

# **Aktuelle Daten der uniportalen VATS am Universitätsklinikum Jena**

Dissertation zu Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

**Vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von Theresa Marie Leder  
geboren am 05.11.1994 in Frankfurt am Main**

**Gutachter:**

- 1. Univ.-Professor Dr. med. Matthias Steinert, Leipzig**
- 2. apl.-Prof. Dr. med. Falk Rauchfuß, M. Sc., Jena**
- 3. Prof. Dr. med. Khosro Hekmat, Köln**

**Tag der öffentlichen Verteidigung: 18.02.2020**

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
3.1	Entwicklung der videoassistierten Thorakoskopie	4
3.2	Geschichtlicher Hintergrund	5
3.3	VATS - von triportal zu uniportal	7
3.4	Die Technik der VATS	7
3.5	Warum VATS?	10
3.6	Behandelte Krankheitsentitäten	11
3.6.1	Pneumothorax	11
3.6.2	Pleuraerguss	12
3.6.3	Empyem	14
3.6.4	Hämatothorax	15
3.6.5	Lungenfibrose	15
3.6.6	Bronchialkarzinom und Metastasen	16
3.6.7	Sarkoidose	19
3.6.8	Lungenabszess	20
3.6.9	gutartige Lungentumoren	20
3.6.10	Pleuritis sicca	21
3.6.11	Pneumonie	21
3.6.12	Hyperhidrose	22
3.6.13	Emphysem	22
3.6.14	Thymom	23
<b>4</b>	<b>FRAGESTELLUNG UND ZIELE</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>PATIENTEN UND METHODE</b>	<b>26</b>
5.1	Datenerhebung	26
5.2	Datenauswertung	27
5.3	Präoperative Diagnostik	27
5.4	Perioperatives Management	29
5.5	Operationsmethodik	30
5.6	Räumliche Anordnung	36
5.7	Stapler/ Instrumente	38
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>40</b>
6.1	Allgemeine Patientencharakteristika	40
6.2	Vor- und Begleiterkrankungen	41
6.3	OP-Seite	43
6.4	Operationsanlässe	43
6.5	Schnitt-Naht-Zeiten der Operationen im Vergleich	45

<b>6.6</b>	<b>Diagnosen</b>	<b>48</b>
<b>6.7</b>	<b>Anzahl der Stapler und Nachladeeinheiten</b>	<b>49</b>
<b>6.8</b>	<b>Extubationsort</b>	<b>51</b>
<b>6.9</b>	<b>Minor- und Majorkomplikationen</b>	<b>52</b>
<b>6.10</b>	<b>Verweildauer im Gesamtkollektiv</b>	<b>53</b>
<b>6.11</b>	<b>OP-Häufigkeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv</b>	<b>55</b>
6.11.1	Verteilung der Operationshäufigkeit im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv	56
6.11.2	Geschlechterverteilung im onkologischen Kollektiv	57
6.11.3	Altersverteilung	58
6.11.4	Anzahl der Begleiterkrankungen	59
6.11.5	Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich	60
6.11.6	Schnitt-Naht-Zeiten in Abhängigkeit des Tumorstadiums	63
6.11.7	Liegezeiten im Vergleich	64
<b>6.12</b>	<b>Einfach-, Mehrfach-, und Simultan-OPs im Vergleich</b>	<b>65</b>
6.12.1	Geschlechterverteilung	65
6.12.2	Altersverteilung	65
6.12.3	Komorbiditäten	66
6.12.4	Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich	68
6.12.5	Liegezeiten im Vergleich	69
<b>6.13</b>	<b>Regressionsuntersuchungen</b>	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>72</b>
<b>7.1</b>	<b>Vorteile der uniportalen VATS-Technik</b>	<b>74</b>
<b>7.2</b>	<b>Nachteile der uniportalen Technik</b>	<b>75</b>
<b>7.3</b>	<b>Allgemeine Patientencharakteristika im internationalen Vergleich</b>	<b>79</b>
<b>7.4</b>	<b>Versorgte Pathologien</b>	<b>82</b>
7.4.1	Onkologisch bedingte Eingriffe in der Literatur	82
7.4.2	Onkologisch bedingte Eingriffe in unserem Kollektiv	83
7.4.3	Operationen ohne onkologische Indikation	84
<b>7.5</b>	<b>Schnitt-Naht-Zeiten und Liegezeiten als Qualitätsindikator</b>	<b>86</b>
7.5.1	Schnitt-Naht-Zeiten für die verschiedenen Operationen im Gesamtkollektiv	86
7.5.2	Schnitt-Naht-Zeiten in den Vergleichskohorten der Patienten mit komplizierenden Faktoren	87
7.5.3	Einflussfaktoren auf die Ergebnisse der Untersuchung	87
7.5.4	Einordnung der Untersuchungsergebnisse in die Vergleichsliteratur	88
7.5.4.1	Keilresektionen	88
7.5.4.2	Segmentresektionen	89
7.5.4.3	Lobektomien	89
7.5.4.4	Eingriffe ohne Parenchymresektion	89
7.5.4.5	Postoperativer Verlauf	90
<b>7.6</b>	<b>Komplikationen</b>	<b>92</b>
<b>7.7</b>	<b>Limitationen der Studie</b>	<b>93</b>
<b>8</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG</b>	<b>94</b>

<b>9</b>	<b>VISION</b>	<b>95</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG</b>	<b>96</b>
10.1	Literaturverzeichnis	96
10.2	Abbildungsverzeichnis	103
10.3	Tabellenverzeichnis	105
10.4	Danksagung	106
10.5	Erklärung	107

# 1 Abkürzungsverzeichnis

- **ACC**: Acetylcystein
- **ACE**: Angiotensin-converting-enzyme
- **BSG**: Blutsenkungsgeschwindigkeit
- **CPAP**: continuous positive airway pressure → Überdruckbeatmungsform
- **CRP**: C-reaktives Protein
- **CT**: Computertomographie
- **DEGAM**: Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
- **DOTATOC**: Tetraazacyclododecantetraessigsäure + Octreotid-Analogen
- **ERAS**: enhanced recovery after surgery
- **FDG**: Fluordesoxyglucose
- **FVC**: funktionelle Vitalkapazität
- **i.v.**: intravenös
- **IMC**: intermediate care- Station
- **ITS**: Intensivstation
- **M.**: Musculus
- **MW**: Mittelwert
- **N.**: Nervus
- **NSCLC**: Non-small-cell lung cancer
- **PET**: Positronenemissionstopographie
- **Postop.**: postoperativ
- **Präop.**: präoperativ
- **RATS**: roboter-assisted thoracic surgery
- **S2K**: Konsensbasierte Leitlinie
- **SCLC**: small cell lung cancer
- **SNZ**: Schnitt-Naht-Zeiten
- **SUV**: standardized uptake value
- **UICC**: Union for International Cancer Control
- **UKJ**: Uniklinikum Jena
- **VAC**: vacuum assisted closure-therapy
- **VATS**: video-assisted thoracic surgery
- **WHO**: world health organization

## 2 Zusammenfassung

Die Entwicklung der endoskopischen Thoraxchirurgie lässt sich bis weit in die Vergangenheit zurückverfolgen, dennoch ist ein Großteil des Entwicklungsprozesses in den letzten zwanzig Jahren zu verzeichnen gewesen.

Anlass war die zunehmende Etablierung der videoassistierten thorakoskopischen Chirurgie, die initial mittels triportalem Zugang durchgeführt wurde. Die jüngste Minimalisierung führte dazu, dass nur noch eine Inzision für das Einbringen von Kamera und Instrumenten erhalten blieb.

Über die Ebenbürtigkeit des uniportalen Verfahrens gegenüber dem Dreifachzugang entbrannte initial eine Diskussion. Jedoch gelang es, in zahlreichen Publikationen die Unbedenklichkeit der uniportalen VATS zu belegen (Mu et al. 2015, Qin et al. 2015).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob mithilfe der uniportalen VATS kritisch kranke Patienten in gleicher Qualität versorgt werden können wie Patienten mit weniger komplexem Krankheitsbild. Hierfür wurden die Operationen, deren Anlass ein malignes Geschehen war, als gesonderte Untersuchungsgruppe betrachtet. Ferner wurden auch die Kollektive der Mehrfach-Operierten sowie die Gruppe der Patienten, bei denen multipel lokalisierte Pathologien versorgt wurden, separat untersucht, in der Annahme komplizierter anatomischer Verhältnisse. Insgesamt war ein breites Spektrum an Indikationen, die zum thorakoskopischen Eingriff geführt haben, zu verzeichnen. Bei einem Großteil der Patienten lagen Begleiterkrankungen vor, etwa 60% sind entsprechend der Definition als multimorbide zu bezeichnen.

Hinsichtlich der strukturellen Daten (Alter, Geschlecht), der intraoperativen Parameter (Schnitt-Naht-Zeit) sowie bezüglich der Dauer der Rekonvaleszenz (Verweildauer) lassen sich die Ergebnisse unserer Untersuchungen gut in die Datenlage der aktuellen Literatur einordnen.

Der direkte Vergleich von Eingriffen, die aufgrund eines malignen Leidens durchgeführt wurden, mit solchen ohne onkologischen Kontext ergab keine signifikanten

Differenzen bezüglich der intra- und postoperativen Versorgung. Dies stimmt ebenso für die Kohorten der einfach, mehrfach und simultan operierten Patienten.

Obgleich die Komplikationsrate mit 17% gegenüber vergleichbaren Veröffentlichungen etwas höher liegt, lässt sich dies durch die Auswahl unseres Patientenklientels gut erklären (Férrandez Prado et al. 2014, Mu et al. 2015, Qin et al. 2015). Weiterhin ließ sich im Verlauf eine reduzierte Häufigkeit bezüglich des Auftretens von Minor-Komplikationen verzeichnen. Schlussfolgern lässt sich somit, dass die Versorgung auch komplex erkrankter Patienten am UKJ in hoher Qualität gewährleistet werden kann.

Die Forderung nach einer generellen Empfehlung, die uniportale VATS im Rahmen progredienter Krebsleiden sowie bei Simultan- oder Re-Operationen einzusetzen, wird sich letztendlich nur durch multizentrische Studien sowie Meta-Analysen ableiten lassen. Im Einzelfall gilt es immer, den Übungsstand des Chirurgen zu berücksichtigen, da dieser als wesentlich für die erfolgreiche Operation im komplexen Situs zu bewerten ist.

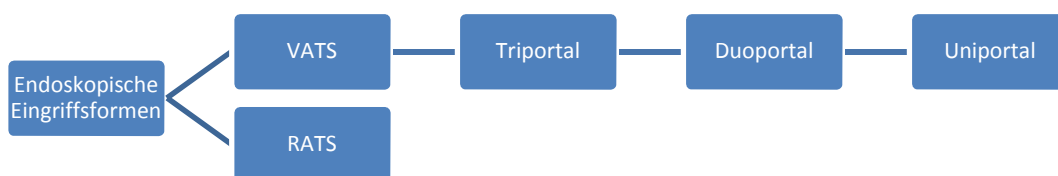


### 3 Einleitung

#### 3.1 Entwicklung der videoassistierten Thorakoskopie

In der Vergangenheit erfolgte die Operation thoraxchirurgischer Pathologien mittels Thorakotomie. Indikationen für derartige Eingriffe konnten sowohl diagnostischer, präventiver als auch therapeutischer Natur sein.

Zunehmend werden offene thoraxchirurgische Operationen durch minimalinvasive Verfahren abgelöst. Wie in Abbildung eins zu sehen, hat sich neben der videoassistierten Thorakoskopie auch die Roboterchirurgie entwickeln und etablieren können (Abbas 2018).



**Abb. 1:** Entwicklung der endoskopischen Methodik (eigene Abbildung)

Anfangs bestanden große Vorbehalte gegen diese Eingriffsformen. Gegner der Entwicklung argumentierten, dass durch den kleinen Zugangsweg und die damit verbundene räumliche Enge eine schlechtere Übersicht über den Situs bestünde. In der Folge schätzten sie das Verfahren als zu risikoreich ein, Komplikationen, wie beispielsweise Blutungen zu verursachen, und diese nicht adäquat beherrschen zu können. Auch wurde Kritik darüber laut, ob eine ausreichend radikale Resektion im Rahmen onkologischer Eingriffe möglich sei.

Mit zunehmender Verbreitung der VATS-Technik konnten die Bedenken durch Studien widerlegt werden und es zeigte sich, dass die *video assisted thoracic surgery* der Thorakotomie nicht nur ebenbürtig, sondern zum Teil sogar überlegen ist (Sihoe 2016a). Mittlerweile hat die minimalinvasive Operationsform festen Bestand in der Behandlung verschiedenster Pathologien und wird auch zur Therapie der nicht-kleinzelligen-Lungenkarzinome empfohlen (Detterbeck et al. 2013).

In Deutschland findet bisher vor allem das Verfahren der triportalen thorakoskopischen Chirurgie Anklang, bei dem mithilfe von drei Zugängen operiert wird. Weiterhin wurden eine duoportale sowie eine uniportale Technik entwickelt. Diese Methoden konnten sich bisher jedoch nicht hinreichend etablieren und werden in Deutschland nur an vereinzelten Zentren angewendet. Insbesondere das uniportale Verfahren bringt einige Vorteile, wie verminderte postoperative Schmerzen und eine verbesserte OP-Situation, mit sich (Tamura et al. 2013, Zhu et al. 2015).

Die Thoraxchirurgie des UKJ wendet die uniportale Technik bereits seit September 2014 an und behandelt seine Patienten damit erfolgreich. Aktuell stellt sich für uns die Frage, wie umfassend die uniportale VATS anwendbar ist:

Welche Patienten sind mithilfe dieser Methode operabel? Wer profitiert besonders davon? Gibt es Patientenklientel, die für die videoassistierte thorakoskopische Chirurgie nicht geeignet sind?

### **3.2 Geschichtlicher Hintergrund**

Obwohl das Verfahren der VATS als recht jung zu erachten ist, lässt sich seine Entwicklung weit zurückverfolgen:

Philipp Bozzini legte den Grundstein, als er 1806 seine Skizzen und Ideen für das moderne Endoskop veröffentlichte. In der Folgezeit wurden die Geräte auch nach seinem Konzept konstruiert. Der Franzose Desmoreaux, auch als „Vater der Endoskopie“ bezeichnet, war der Erste, der sie am Patienten einsetzte. Initial fand das Gerät vor allem im urologischen Fachgebiet Anwendung (Neff 2015).

1910 wurde die Thorakoskopie erstmalig durchgeführt. Damals nutzte der Schwede H.C. Jacobaeus ein Zystoskop, um den intrathorakalen Raum zu betrachten. War anfangs alleinig die Inspektion der Pleurahöhle möglich, schaffte es der Internist innerhalb von 11 Jahren, die Methodik auch zur Biopsieentnahme zu nutzen. Vor allem Tuberkuloseerkrankte profitierten von der neuen Erfindung, mit der die umfassende Adhäsioanalyse der Lunge möglich war.

Zu Beginn schien die „Schlüssellochchirurgie“ vielversprechend, mit der Entdeckung von Tuberkulostatika eröffnete sich jedoch eine konservative Behandlungsoption,

was zunächst zu einem Bedeutungsverlust der Thorakoskopie und einer Stagnation ihrer Entwicklung führte.

In den 1960er Jahren kam es erneut zu einem Aufschwung endoskopischer Eingriffsformen. Videosysteme führten dazu, dass die ausgeführten Schritte auf Bildschirme projizierbar wurden. Zudem brachte die Erfindung der Kaltlichtquellen wesentlich bessere Sichtverhältnisse mit sich, die neue Handlungsmöglichkeiten eröffneten. Kurt Semm, ein Gynäkologe, machte sich die Entwicklungen zuerst zu Nutze, und führte 1980 die erste laparoskopische Resektion, eine Appendektomie, durch. Der gelernte Feinmechaniker setzte damit den Startschuss für die Weiterentwicklung der minimalinvasiven Chirurgie (Neff 2015, Antoniou et al. 2015).

Im Fachgebiet der Thoraxchirurgie zeichnete sich der Trend zur minimalinvasiven Eingriffsform verspätet ab. Zum einen scheint wohl ein gewisser Respekt vor der Komplexität der intrathorakalen anatomischen Verhältnisse bestanden zu haben. Zum anderen wurde die diagnostische Wertigkeit des Eingriffes lange unterschätzt und therapeutische Prozeduren waren zu Beginn noch auf wenige Krankheitsbilder beschränkt. Die Entwicklung von Staplern erwies sich als grundlegend für die Fortschritte, die in der jüngeren Zeit erreicht wurden (Augustin 2013, Loddenkemper 2004).

Giancarlo Roviato gelang als Pionier die erfolgreiche Segmentresektion mittels videoassistierter thorakoskopischer Chirurgie, deren Ergebnisse er 1993 vorstellte (Roviato et al. 1993).

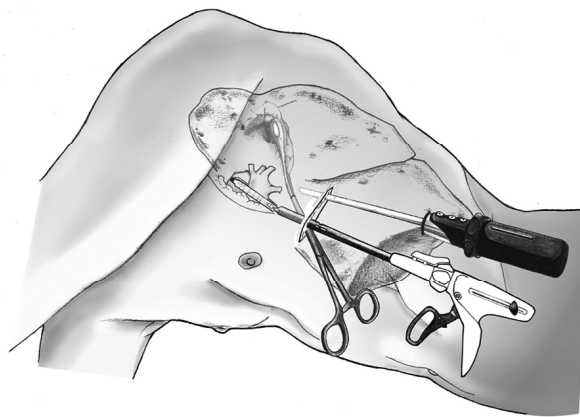
Er gilt damit als Wegbereiter für die Nutzung der VATS zur Behandlung und Untersuchung von Krankheitsbildern, die eine Lungenparenchymresektion notwendig machen. Seitdem hat eine stetige Verbreitung und Weiterentwicklung der *video assisted thoracic surgery* stattgefunden. Bis heute hat sich die Technik in vielen Teilen der Welt als Standardmethode für die Behandlung von Lungenpathologien, besonders für das Lungenkarzinom, etabliert (Bedetti et al. 2016).

### 3.3 VATS - von triportal zu uniportal

Die Evolution der videoassistierten Thorakoskopie erfolgte über multiportale Verfahren hin zum uniportalen Ansatz über eine schrittweise Reduktion der Zugänge. Erstmals publizierten Rocco et al. in 2004 über *single-incision* Keilresektionen. In der Folgezeit wurde die Entwicklung maßgeblich durch Diego Gonzalez-Rivas vorangetrieben, der im Jahr 2010 die erste Lobektomie über den uniportalen Zugang durchführte und sogar ein eigenes Trainingsprogramm entwickelte (Gonzalez-Rivas et al. 2013b, Rocco et al. 2004).

Für jedes der drei Operationsverfahren ist eine 2-3 cm lange Inzision nötig, die zu meist auf Höhe des 4.-5. Interkostalraumes lokalisiert ist. Ein oder zwei weitere Schnitte von jeweils etwa 1cm Länge werden zusätzlich gemacht, wenn der Eingriff in duo- bzw. triportal Technik durchgeführt werden soll.

Mithilfe dieser Inzisionen können das Kamerasystem sowie Instrumente eingeführt werden, wie in Abbildung zwei veranschaulicht. Auch das Bergen von Präparaten ist über den großen Port möglich. Jedoch sind die Operationen bisher kaum standardisiert, so dass in verschiedenen Kliniken dennoch unterschiedliche Schnittlokalisationen möglich sein können.



**Abb. 2:** Portlokalisation bei uniportaler Operationsweise (Gonzalez-Rivas et al. 2013b)

### 3.4 Die Technik der VATS

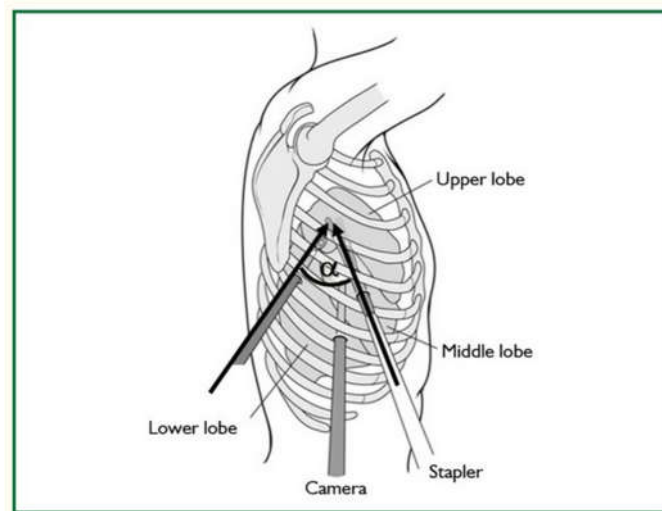
Die Technik der tri-, duo- und uniportalen videoassistierten thorakoskopischen Chirurgie unterscheiden sich voneinander, so dass jede dieser Operationsmethoden einzeln erlernt werden muss. Vorangegangene Untersuchungen zeigen, dass Opera-

teure, die bereits Erfahrungen mit der multiportalen VATS haben, etwa 30 Fälle bearbeiten müssen, bis sie die uniportale Methode beherrschen. Der Lerneffekt wurde anhand der benötigten OP-Zeit sowie der Anzahl der genutzten Staplermagazine gemessen. Weiterhin traten in der Untersuchung von Liu et. al. Komplikationen zu Beginn des Lernprozesses gehäuft auf, jedoch ließ sich dieser Einfluss in den Morbiditäts- und Mortalitätsraten der Kohorte nicht widerspiegeln. Die Lernkurve ist für alle anatomischen Lokalisationen als gleich anzusehen, obgleich die anatomischen Verhältnisse in Ober- und Mittellappen komplexer sind (Liu et al. 2018).

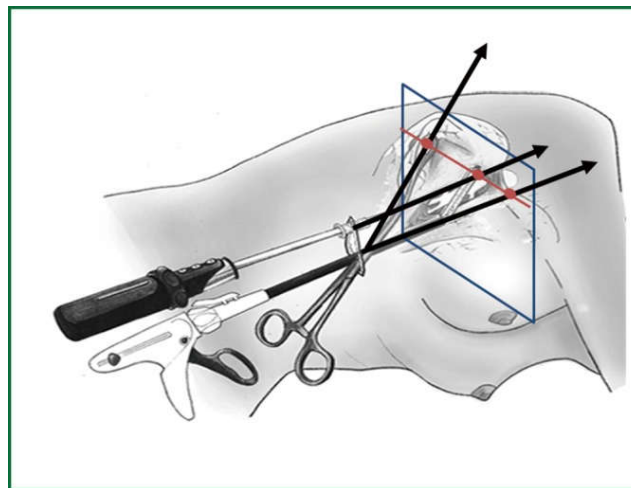
Die Vorteile der uniportalen gegenüber der triportalen Vorgehensweise werden für den Operateur selbst vor allem in einem verbesserten räumlichen Aufbau gesehen. Gleichzeitig ist für den Patienten kein Qualitätsverlust zu verzeichnen (Rocco 2009).

Beim triportalen Verfahren ergibt die Anordnung der Ports in der Ebene das Bild einer Raute, die auch häufig als „*baseball diamond*“ bezeichnet wird. Jedoch führt die Positionierung von Operateur und Assistenten zu einer Verzerrung der Raute, und in der Konsequenz zu unterschiedlichen Sichtachsen auf die Zielläsion, die das gut abgestimmte Operieren diffiziler gestalten. Um Abhilfe zu schaffen, hat Henrik Hansen eine leicht modifizierte Version für die triportale VATS entwickelt: durch die Positionierung von Operateur und Assistenten in anteriorer Position zum Patienten wird die Koordination der durchgeführten Schritte vereinfacht. Unvorteilhaft bleibt die Körperhaltung, welche die Chirurgen aufgrund der räumlichen Verhältnisse einnehmen müssen. Neben einer starken Flektion der Handgelenke ist eine Rotation sowie ein Überbeugen des Oberkörpers nötig, was als sehr ermüdend empfunden wird (Bertolaccini et al. 2016).

Zusätzlich ist die Behinderung der Instrumente durch die Kamera ein Nachteil dieser Zugangsform. Insbesondere die Darstellung der Operationssituation mittels zweidimensionaler Monitore ist schwierig. Ursächlich dafür ist der Winkel  $\alpha$ , der auch als Torsionswinkel bezeichnet wird (Abb.3). Es entsteht ein Kamerabild, das von der Ebene abweicht, in der die Instrumente geführt werden (Bertolaccini et al. 2013).



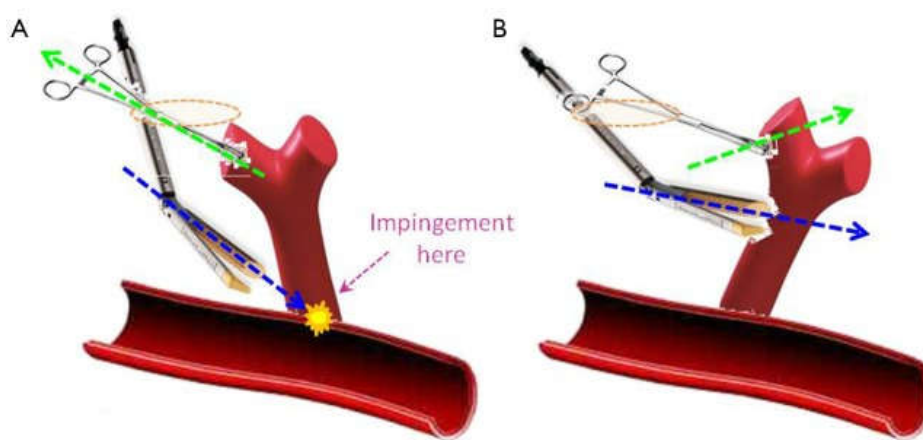
**Abb. 3:** Torsionswinkel alpha bei triportalem Zugang (Bertolaccini et al. 2013)



**Abb. 4:** Arbeitsebenen bei uniportaler VATS (Bertolaccini et al. 2013)

Der Zugangsweg der uniportalen Thorakoskopie ermöglicht eine Perspektive auf den Situs, die der offenen Operationsweise sehr ähnelt (Abb. 4). Die Achse zwischen Zielläsion und Port verläuft kraniokaudal und bietet somit den Vorteil, dass visuell die Tiefenwahrnehmung im Situs trotz Darstellung auf zweidimensionalen Monitoren erhalten bleibt (Bertolaccini et al. 2013). Hält der Operateur die Kamera in weitem Abstand zur Zielläsion, ist ein großer Bereich des intrathorakalen Raumes einsehbar, bei Näherführen ist die detaillierte Betrachtung eines kleinen Bereiches möglich (Bertolaccini et al. 2011, Bertolaccini et al. 2016). Mit der Veränderung des gewählten Zugangs ist theoretisch die gesamte Lunge explorierbar (Salati und Rocco 2014).

Über die uniportale Inzision wird die Hand-Augen-Koordination wiederhergestellt, was das korrekte Instrumentieren vereinfacht. Im Vergleich zum triportalen OP-Verfahren wird auch die Körperhaltung des Operateurs wesentlich komfortabler. Die frontale Ausrichtung hin zum Monitor, die sowohl für den Operateur als auch den Assistenten im Rahmen einer uniportalen VATS möglich ist, sind diesbezüglich zusätzlich entlastend. Um eine Interferenz der Instrumente trotz der räumlichen Enge zu vermeiden (Abb. 5A), ist die Verwendung von Instrumenten und Kamera nötig, die abwinkelbar sind und eine Gelenkvorrichtung besitzen (Abb. 5B) (Rocco 2009).



**Abb. 5:** **A:** Impingement an Gefäß- und Lymphstrukturen, **B:** alternatives Instrumenthandling (Sihoe 2014)

### 3.5 Warum VATS?

Betrachtet man die Entwicklung der videoassistierten Thoraxchirurgie, stellt sich die Frage ihrer Überlegenheit. Viele Studien zeigen, dass der minimalinvasive Ansatz im Vergleich zur Thorakotomie zahlreiche Vorteile für den Patienten bietet: Die Reduktion postoperativer Schmerzen lässt sich vor allem durch eine geringere Kompression der Interkostalnerven erklären. Damit einhergehend lässt sich ein verminderter Opioidbedarf verzeichnen. Komplikationen sind seltener, und vom geschulten Operateur leichter in den Griff zu bekommen. So ist die Rate an Blutungszwischenfällen ebenso wie der Bedarf an Blutkonserven bei der VATS kleiner als bei der Thorakotomie. Aufgrund des minimalinvasiven Vorgehens ist das kosmetische Ergebnis der Operation besser und es ergibt sich eine geringere Gewebeschädigung. Folglich ist die Entzündungsreaktion des Körpers weniger ausgeprägt und die Wunde heilt schneller ab. Somit ist es möglich, die intraoperativ angelegte Thoraxdrainage zeitnah zu ent-

fernen und den Patienten zügig nach Hause zu entlassen (Nagahiro et al. 2001, Nwogu et al. 2015, Mehrotra und Arthur 2018).

Insgesamt eignet sich die Methodik somit auch für Patienten, die aufgrund ihres Alters und sonstigen Risikoprofils für eine offene Thorakotomie nicht in Frage kommen. Vor allem scheinen COPD-Patienten von einer schnelleren Regeneration der Lunge beim minimalinvasiven Vorgehen zu profitieren. Kliniken, die diese Methode nutzen, konnten geringere Ausgaben konstatieren, so dass sich auch ein finanzieller Vorteil ergibt (Mehrotra und Arthur 2018).

Neuere Metaanalysen zeigen, dass sich diese Ergebnisse auf den Vergleich von triportaler zu uniportaler VATS übertragen lassen, was eine Überlegenheit der uniportalen Vorgehensweise implementiert. Einzig eine signifikante Verkürzung der benötigten OP-Zeit war nicht nachzuweisen. (Yang et al. 2018)

## **3.6 Behandelte Krankheitsentitäten**

### **3.6.1 Pneumothorax**

Geht der Unterdruck im Pleuraspalt zwischen Pleura parietalis und Pleura viszeralis verloren, kollabiert die Lunge und es entsteht ein Pneumothorax. Man unterscheidet verschiedene Ätiologien des Krankheitsbildes, wie Tabelle eins zeigt.

Betroffene Patienten klagen über plötzlich einsetzende Dyspnoe und einen atemabhängigen Schmerz, sowie teilweise trockenen Husten.

Eine gefährliche Komplikation des Pneumothorax ist der Spannungspneumothorax, der durch Vorliegen eines sogenannten Ventilmechanismus definiert ist. Die Verlagerung des Mediastinums führt in diesem Fall zu einer progredienten klinischen Symptomatik und geht zunehmend mit Zyanose, Hypoxie, Einflusstauung und Tachykardie einher. Es besteht die Gefahr einer lebensbedrohlichen respiratorischen und kardialen Dekompensation.

Im Allgemeinen wird zur Diagnostik neben der klinischen Untersuchung das Röntgenbild und bei Bedarf eine CT-Bildgebung genutzt. Symptomfreie kleine Spontanpneumothoraces können konservativ behandelt werden. In den meisten Fällen ist die Anlage einer Thoraxdrainage das Verfahren der Wahl, um eine Reexpansion der Lunge mithilfe von Unterdruck zu erreichen. Die Indikation zur operativen Versor-



gung ist bei persistierender Luftfistel trotz Drainageanlage (>5d), ebenso wie bei Bronchusrupturen, großen Bullae oder Rezidivpneumothoraces geboten (Henne-Bruns 2012, Müller 2018)

**Tab. 1:** Ätiologien des Pneumothorax (Müller 2018)

	Auslöser	Begleitaspekte
Idiopathischer Spontanpneumothorax	Nicht auszumachen (anamnestisch lungengesund)	Junge Männer vermehrt betroffen; großer schlanker Habitus und Nikotinkonsum prädestiniert; zumeist Ruptur apikaler Bullae
Symptomatischer Spontanpneumothorax	Komplikation einer pulmonalen Grunderkrankung	Zumeist COPD
Traumatischer Pneumothorax	Penetrierendes Thoraxtrauma Stumpfes Thoraxtrauma	Mediastinalflattern und Begleithämatothorax bei offenem Pneumothorax typisch
Iatrogener Pneumothorax	Subklaviakatheteranlage, OP, Pleurapunktion, transbronchiale Biopsien	

### 3.6.2 Pleuraerguss

Der Pleuraerguss ist als eine Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den Blättern der Pleura visceralis und parietalis definiert. Es lassen sich verschiedene Formen des Pleuraergusses abgrenzen, wie Tabelle zwei zu entnehmen ist.

**Tab. 2:** Klassifizierung von Pleuraergüssen

	Ursache	Laborparameter	Weitere Schritte
Transsudat	Herzinsuffizienz	Protein <3g/dl	Keine weitere Pleuradiagnostik
	Leberzirrhose	Cholesterin <60 mg/dl	
	Nierenerkrankungen	LDH<160 IU	
	Eiweißmangelsyndrome		
Exsudat	Neoplastische Erkrankungen	Protein >3g/dl	Pleurabiopsie
		Cholesterin > 60 mg/dl	Thorakoskopie
	Autoimmunerkrankungen	LDH >160 IU	Zytologie Bakteriologie
	Infektionen		
	Thrombembolische Erkrankungen		
	GI-Erkrankungen		
	Weiteres		

IU= international units, mg= Milligramm, dl= Deziliter, g= Gramm

Während kleinere Ergüsse zumeist asymptomatisch bleiben, führen größere Flüssigkeitsansammlungen zu Dyspnoe. Erste Hinweise auf das Vorliegen eines Ergusses kann die klinische Untersuchung liefern. Am sensitivsten gelingt der Nachweis von Erguss jedoch mittels Sonographie. Ab 100ml Flüssigkeitsmenge ist auch die Diagnostik mittels Röntgenbild möglich.

Sowohl zu diagnostischen Zwecken, als auch als therapeutische Maßnahme kann eine Pleurapunktion erfolgen. Lässt sich in der Folge keine langanhaltende Besserung der Symptomatik erreichen, ist die Anlage einer Thoraxdrainage zur Ableitung der Flüssigkeit indiziert. Prinzipiell gilt es, das Grundleiden zu therapieren. Kommt es zum Versagen der konservativen Therapie oder entwickeln sich Komplikationen wie ein Empyem, eine Pleuraschwarte oder ein chronischer Pleuraerguss, so ist eine chirurgische Sanierung des Befundes unumgänglich (Kroegel und Costabel 2014).

### 3.6.3 Empyem

Ein Empyem bezeichnet einen infizierten Pleuraerguss. Mehrheitlich lässt sich die Entstehung einem parapneumonischen Geschehen zuordnen, aber auch die Entwicklung infolge eines thoraxchirurgischen Eingriffes ist typisch. Staphylokokken und Pneumokokken gehören zu den häufigsten nachgewiesenen Keimen, daneben zählen auch gramnegative Bakterien zum typischen Erregerspektrum.

Patienten mit einem Pyothorax präsentieren sich mit infekttypischer Klinik. Es kann zur Einschränkung der Lungenfunktion kommen. Dies äußert sich für den Betroffenen zumeist in Dyspnoe. Schmerzen im Brustkorb aggravierern die Symptomatik, da die Patienten in eine Schonatmung verfallen, wodurch Lungenabschnitte minderbelüftet werden. Schwere Verläufe können mit Kreislaufdepression einhergehen. Optional kann Husten, eventuell mit Eiterbeimengung, bestehen. Im Labor fallen hohe CRP- und BSG-Werte auf, zudem besteht oft eine Leukozytose.

Neben der klinischen Untersuchung können Sonographie, Röntgen und Punktion zur Sicherung der Diagnose beitragen. Therapeutisch wird das Empyem stadienabhängig behandelt, wie der unten stehenden Tabelle drei zu entnehmen ist.

Mögliche Komplikationen eines Empyems sind der Durchbruch in die Thoraxwand oder ins Bronchialsystem. Zudem besteht die Gefahr einer Sepsisentwicklung. Die Bildung einer Pleuraschwarte wird ebenso als Komplikation gewertet, da sie ohne operative Sanierung zu einer irreversiblen Einschränkung der Lungenfunktion führt (Müller 2018).

**Tab. 3:** Stadieneinteilung des Pleuraempyems (Müller 2018)

	Bezeichnung	Reversibilität	Therapie
Stadium 1	Exsudationsphase	Potentiell reversibel	Thoraxdrainage Systemische Antibiotikatherapie Urokinaseinstillation
Stadium 2	Fibrinopurulente Phase	Irreversibel	operative Sanierung
Stadium 3	Organisationsphase	Irreversibel	operative Sanierung

### 3.6.4 Hämatothorax

Das klinische Bild des Hämatothorax beschreibt Blutansammlungen im Bereich des Cavum pleurae. Ätiologisch gesehen sind Rippenserienfrakturen oder Thoraxkompressionen mit Verletzung von Interkostalararterien im Rahmen von Traumata die häufigste Ursache. Auch ärztliche Interventionen sowie hämorrhagische Ergüsse, bspw. bei Infarkt, Lungenembolie oder auch Tumorerkrankungen können auslösend sein. Venöse Blutungen sind tendenziell schwächer ausgeprägt und zeigen die Tendenz, sich selbst zu tamponieren. In Abhängigkeit von der Intensität der Blutung leidet der betroffene Patient unter Dyspnoe und Hämatoptoe. Bei großen Blutverlusten kann sich eine Schocksymptomatik entwickeln, langfristig ist eine Schwartenbildung als Folge eines unbehandelten Hämatothorax zu erwarten.

Neben der klinischen Untersuchung sind auch Sonographie, Röntgenbild und Punktion wegweisend für die Diagnose. Therapeutisch wird bei kleineren, frischen Ergüssen die Anlage einer Thoraxsaugdrainage empfohlen. Ist der Blutverlust größer 500ml /h, besteht die Indikation zur Operation (Müller 2018).

### 3.6.5 Lungenfibrose

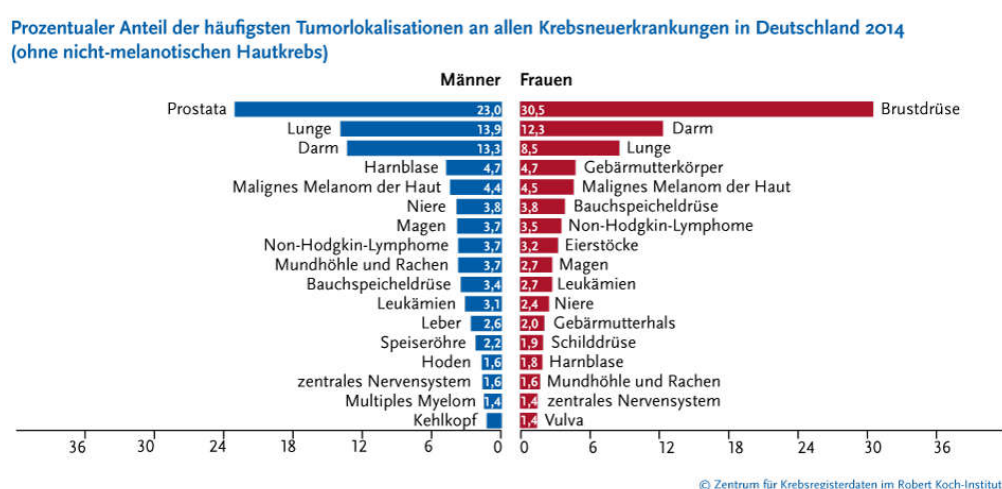
Verschiedenste Ursachen können zum klinischen Bild der Lungenfibrose führen. Während sich etwa die Hälfte der Fälle sekundär als Folge von Autoimmunerkrankungen wie Sarkoidose, rheumatoider Arthritis oder Lupus erythematoses entwickelt, Folge von Medikamenteneinnahme oder Noxenexposition ist, bleibt die andere Hälfte unklarer Ursache. Die idiopathische interstitielle Pneumonie ist eine Ausschlussdiagnose und wird in sechs Unterformen geteilt, wobei die Idiopathische pulmonale Fibrose die wohl bedeutendste ist. Eine gestörte Wundheilung wird als Ursache angenommen. Betroffene bleiben zu Beginn ohne Symptome, im Verlauf entstehen jedoch progrediente Dyspnoe und eine Gasaustauschstörung, die langfristig zu Hypoxie führt. Zudem beklagen Patienten häufig trockenen Reizhusten.

Neben der klinischen Untersuchung kann ein Mischbild aus restriktiver Ventilations- und Diffusionsstörung in der Lungenfunktionsuntersuchung hinweisend auf das Krankheitsbild sein. Bildgebungsverfahren, wie Röntgen und Computertomographie zeigen typische Veränderungen wie retikuläre Zeichnungsvermehrung und ein Honigwabennmuster. Als wichtiger Prognosefaktor gilt die Abnahme der FVC.

Therapeutisch steht bei den sekundären Formen die Behandlung der Grunderkrankung im Vordergrund, während primäre Formen mit Pirfenidon, einem TGF- $\beta$ 1-Antagonisten mit immunmodulierendem Effekt oder ACC, das Glutathion zur Verfügung stellt und einem bei diesem Krankheitsbild vorliegenden Antioxidanzienmangel entgegenwirken kann (Demedts et al. 2005), behandelt werden können. Im Falle leichter Verlaufsformen kann „Lungensport“ gute Verbesserungen erzielen. Ultima Ratio ist eine Lungentransplantation. Operative Indikationen sind im Rahmen der Diagnosefindung gegeben, auch durch starke Fibrosierung verklebte oder funktionslose Lungenbereiche können reseziert werden (Kroegel und Costabel 2014).

### 3.6.6 Bronchialkarzinom und Metastasen

Lungenkrebs ist in Deutschland die dritthäufigste Krebsentität und weltweit die häufigste Krebstodesursache (Bialous und Sarna 2017, Kroegel und Costabel 2014). Eine Übersicht über die Häufigkeiten der Krebsneuerkrankungen innerhalb des Jahres 2014 ist Abbildung sechs zu entnehmen, hierbei rangiert das Malignom der Lunge auf dem zweiten bzw dritten Platz. Während früher größtenteils Männer betroffen waren, lässt sich seit einiger Zeit auch bei Frauen eine stetige Zunahme der Bronchialkarzinome verzeichnen (Serke et al. 2013). Wichtigster Risikofaktor für die Entstehung eines Bronchialkarzinoms ist Tabakrauch (Schwartz und Cote 2016).



**Abb. 6:** Krebsneuerkrankungen in Deutschland 2014 (Robert-Koch-Institut)

Die Rate der Neuerkrankungen steht proportional im Verhältnis zum Tabakkonsum (Schwartz und Cote 2016). Das Risiko, an einem Bronchialkarzinom zu erkranken, steigt ab 20 pack years signifikant. Verknüpfte Risikofaktoren sind das Alter bei Konsumbeginn, Inhalationstiefe und Teerkonzentration. Wird der Konsum beendet, sinkt das Krebsrisiko sukzessiv. Jedoch bleibt es im Vergleich zum Nichtraucher lebenslang erhöht (Kroegel und Costabel 2014). Als weitere Risiken existieren Strahlen- und Asbestbelastung, die Exposition gegenüber Chrom- und Nickelmetallen, sowie allgemeine Luftverschmutzung und Dieselabgase. Ebenso scheinen Ernährungsweise und genetische Voraussetzungen eine Rolle zu spielen. Insgesamt ist der Einfluss dieser Faktoren jedoch als verhältnismäßig gering einzustufen (Malhotra et al. 2016).

Das Bronchialkarzinom kann in verschiedenen histologischen Differenzierungen auftreten. Man unterscheidet das kleinzellige vom nicht-kleinzelligen Bronchialkarzinom. Plattenepithelkarzinome, Adenokarzinome und großzellige Karzinome zählen zum Typ des *non small cell lung cancer*. Die großzelligen und kleinzelligen Karzinome gehören zu den neuroendokrinen Tumoren, die die Fähigkeit zur Synthese von Hormonen besitzen. Besonders das kleinzellige Bronchialkarzinom geht häufig mit paraneoplastischen Syndromen einher, deren Entstehung sich über die atypische Hormonproduktion erklären lässt.

Non small cell lung cancer wird nach den TNM-Stadien oder alternativ nach der UICC-Klassifikation eingeteilt, die eine bessere Prognoseabschätzung möglich machen soll. Das kleinzellige Bronchialkarzinom hingegen wird zumeist in die Kategorien „very limited“, „limited“ oder „extensive disease“ eingeteilt.

Besteht der Verdacht auf ein Bronchialkarzinom, sind neben klinischer Untersuchung und Anamnese auch ein Laborbefund, eine Bronchoskopie, Röntgenuntersuchungen des Thorax in zwei Ebenen und eine Computertomographie notwendig. Zudem gilt es, das Bestehen einer extrathorakalen Tumorerkrankung und deren potentieller Streuung auszuschließen. Befundabhängig werden weitere Untersuchungen durchgeführt, um die Ausbreitung des Tumors beurteilen zu können.

Das Bronchialkarzinom stellt sich in der Bildgebung zumeist als solitärer Rundherd dar und ist in einem Großteil der Fälle ein Zufallsbefund im Rahmen anderweitiger diagnostischer Maßnahmen. Bildmorphologisch ist kein sicherer Rückschluss auf die

Dignität des Befundes möglich, jedoch sind 1/2 - 2/3 aller Rundherde auf maligne Geschehen zurückzuführen (Henne-Bruns 2012, Hoffmann und Dienemann 2000).

Im Rahmen einer histologischen Sicherung ist deshalb die vollständige Entfernung des Rundherdes anzustreben. Ist eine in-toto-Exzision initial nicht möglich oder sinnvoll, sind Biopsien eine wertvolle Alternative, um eine Untersuchung der Zellen des Tumors zu ermöglichen. Potentiell sind die Gewebeproben im Rahmen von Bronchoskopien, Thorakoskopien, Thorakotomien oder unter Endosonographie zu erhalten.

Mögliche Zeichen eines Karzinombefalls können Husten, Hämoptysen, Abgeschlagenheit, Gewichtsverlust und Leistungsminderung sein, ebenso wie Schmerzen und Atemnot. Zudem ist die Infiltration von Nerven und deren Parese ein potentiell Symptom. Insgesamt sind dies Hinweise auf ein lokal fortgeschrittenes Tumorwachstum.

Pancoasttumoren, die durch ihre Lokalisation in der Lungenspitze definiert sind, befallen häufig den Armplexus und führen zu Schmerzen sowie Kraftminderung und Parästhesien, zudem kann sich ein Horner-Syndrom ausbilden. Auch Knochendestruktion durch den Tumor, sowie Lymph- und Venenstau können sich entwickeln.

Für die Therapie des kleinzelligen Bronchialkarzinoms eignet sich die chirurgische Intervention nur eingeschränkt. Aufgrund der hohen Proliferationsrate und der frühzeitigen Metastasierungstendenz findet man bei Diagnosestellung zumeist das Krankheitsstadium der „extensive disease“ vor. Dieses wird mittels Chemotherapie in palliativer Intention therapiert und teilweise um eine Strahlentherapie ergänzt. Ein chirurgisches Eingreifen führt in diesem Fall nicht zur Prognoseverbesserung und wird höchstens initial zur histologischen Sicherung durchgeführt. Im Falle einer „limited disease“ wird eine operative Resektion in kurativer Intention nach einer neoadjuvanten Chemotherapie, gefolgt von einer Radiotherapie, möglich. Beim nichtkleinzelligen Bronchialkarzinom hingegen hat die chirurgische Intervention einen sehr viel höheren Stellenwert. Es erfolgt eine stadienabhängige Therapie, die mit Ausnahme des Stadiums IV immer auch eine Resektion beinhaltet, kombiniert mit Chemo- und Radiotherapie (Kroegel und Costabel 2014, Henne-Bruns 2012).

Neben primären Bronchialkarzinomen stellen sich auch Metastasen extrathorakaler Malignome in der Bildgebung als Rundherde dar. Typischerweise streuen das Mamma-, Schilddrüsen-, Prostata-, Magen-, Hoden-, Nierenzell- und Ovarialkarzinom, ebenso wie Osteo- und Weichteilsarkome und Karzinome aus dem HNO-Bereich in die Lunge. Die Ausbreitung ist hämatogen oder lymphogen möglich, auch per continuitatem, wobei das seltener ist. Diagnostik und potentielle Symptomatik entsprechen der bei primärem Lungenkrebs. Häufig dominiert die Symptomatik des Primärtumors klinisch. Voraussetzung für die operative Metastasenresektion ist das Fehlen extrathorakaler Befunde. Mehrere Lungen- oder Pleurametastasen hingegen stellen keine Kontraindikation dar. Sie können gleichzeitig oder auch mittels mehrzeitigem Vorgehen entfernt werden. Weiterhin sollte der Primärtumor, von dem die Streuung ausgeht, in kurativer Intention therapierbar oder bereits behandelt sein (Müller 2018).

### **3.6.7 Sarkoidose**

Die Sarkoidose ist eine Multisystemerkrankung, die sich potenziell an allen Organen manifestieren kann. Besonders häufig betroffen sind die mediastinalen Lymphknoten sowie die Lunge. Die klinische Symptomatik wird durch die beteiligten Organe bestimmt und zieht die Notwendigkeit der regelmäßigen systemischen ärztlichen Kontrolle nach sich. Ursächlich für das Krankheitsbild ist eine überschießende T-Zellreaktion, wobei die genaue Pathogenese bisher noch offen ist.

Bronchoskopische Probengewinnung von Lymphknoten- und Lungengewebe gilt ebenso wie die bronchioalveoläre Lavage als hilfreiches Instrument im Prozess der Diagnosefindung. Ergänzend sind bildgebende Maßnahmen sowie eine Laboruntersuchung sinnvoll. Obgleich nicht verkäsende epitheloide Granulome das typische histologische Bild darstellen, ist die Sarkoidose dennoch eine Ausschlussdiagnose.

Das Löfgren-Syndrom stellt eine akute Verlaufsform der Sarkoidose dar, die in einem Großteil der Fälle selbstlimitierend verläuft. Ein schleichender Progress der Krankheit führt bei der chronischen Sarkoidose zunehmend zu Dyspnoe und trockenem Husten. Die chirurgische Indikation lässt sich vor allem im Rahmen der Diagnosefindung bei unklarer Lymphadenopathie sehen. Ansonsten erfolgt die Therapie in aller Regel medikamentös und in Abhängigkeit der vorliegenden Symptome, der Lungenfunktion



sowie der Aktivitätsmarker, zu denen beispielsweise Calcium, IL2-Rezeptor und ACE gehören (Kroegel und Costabel 2014, Matthys und Seeger 2008).

### 3.6.8 Lungenabszess

Patienten mit einem Lungenabszess zeigen klinisch häufig Fieber, Dyspnoe und einen reduzierten Allgemeinzustand. Ursache für einen Lungenabszess kann ein maligner Prozess oder eine Infektion, zumeist mit Staphylokokken oder Pneumokokken, sein. Typischerweise führen diese Erreger zu Eiterbildung im Bereich des Lungparenchyms und sekundär zu dessen Einschmelzung einhergehend mit der Ausbildung einer Gewebshöhle. Im Verlauf kann es entweder zu einer Chronifizierung der Entzündung mit Kapselbildung oder zur inneren Drainage in das Bronchialsystem kommen. Zweiteres ist an Luftspiegeln über den Abszessen im Röntgenbild erkennbar. Klinisch können eitriges Sputum sowie ein Foetor ex ore hinweisend sein. Hat der Abszess Kontakt zur Pleura, so geben Betroffene oft lokale Atemschmerzen an. Unbehandelt kann ein Lungenempyem zur Ausbildung eines *Empyema necessitatis*, das durch die Pleura in die Thoraxwand einbricht, führen. Umgekehrt können sich eitrige Prozesse der Thoraxwand in die Lunge ausbreiten.

Neben Anamnese und klinischer Untersuchung sind die Laborwerte in Zusammenschau mit der Bildgebung richtungsweisend. Im Verlauf ist eine Bronchoskopie oder auch eine Abszessdrainage sinnvoll, um eine Erregerbestimmung durchführen zu können. Um Komplikationen wie die Ausbildung eines sekundären Empyems oder einer Bronchialfistel zu vermeiden, ist die Sanierung mittels systemischer Antibiotikatherapie essentiell. Reicht eine konventionelle Therapie nicht aus, wird eine operative Abszessdrainage oder aber eine Resektion des Befundes nötig (Müller 2018).

### 3.6.9 gutartige Lungentumoren

Gutartige Tumoren von Lungen und Bronchien sind seltene Krankheitsbilder, die zumeist als Zufallsbefunde entdeckt werden, da sie lange symptomarm bleiben und erst in fortgeschrittenem Stadium Beschwerden bereiten. Mögliche benigne Veränderungen können Neurinome, Lipome, Xanthome, Hämangiome, Zysten, Fibrome oder Teratome sein. Stridor, Heiserkeit, Reizhusten, Dyspnoe und Dysphagie zählen zu den typischen Symptomen durch Kompression von Luftwegen und Speiseröhre. Eine eventuelle Läsion des N. phrenicus kann zu Zwerchfellhochstand, einherge-

hend mit Dyspnoe, führen. Zudem ist das Risiko für Herzrhythmusstörungen und Horner-Syndrom erhöht.

Eine ausgiebige klinische und apparative Diagnostik ist nötig, um die Symptomatik und die zu erwartende Größe der Raumforderung einschätzen zu können. Generell gilt die Maßgabe, die Tumoren vollständig zu entfernen. Einerseits, um die etwaige Symptomatik zu beheben, andererseits zum Ausschluss eines malignen Geschehens (Müller 2018).

### **3.6.10 Pleuritis sicca**

Eine Pleuritis bezeichnet eine zwischen Rippen- und Lungenfell gelegene Entzündung. Virale Infektionen können ebenso zum Bild der Pleuritis sicca führen wie Autoimmunerkrankungen oder Lungeninfarkte. Während erstere dem Patienten starke atemabhängige Schmerzen bereitet, die häufig zu einer Schonhaltung führen, mildert ein Begleiterguss, der sich im Verlauf bilden kann, die klinische Symptomatik. „Le-derknarren“ ist ein charakteristischer Befund in der Auskultation, der bei der Diagnosefindung hilft. Die Beschwerden der Patienten, die durch einen Reizzustand der *Pleura parietalis* entstehen, verstärken sich besonders bei Inspiration und beim Husten. Zumeist ist eine symptomatische Therapie ausreichend. Kommt es sekundär zu ausgeprägten Pleuraergüssen, ist eine Punktion indiziert. Bei chronischer Persistenz der Pleuritis ist eine operative Dekortikation möglich, um das entzündungsbedingt vernarbte und verdickte Lungenfell abzutragen. (Müller 2018).

### **3.6.11 Pneumonie**

Eine Pneumonie ist eine Entzündung des Lungengewebes, die den Alveolarraum oder das Interstitium betreffen kann. Man kann zwischen primären und sekundären Pneumonien unterscheiden. Primäre Pneumonien befallen eine gesunde Lunge, während eine sekundäre Pneumonie die Folge einer bestehenden Vorerkrankung oder sonstigen Strukturveränderung darstellt. Ebenfalls klassifiziert werden die ambulant, nosokomial und unter Immunsuppression erlittenen Entzündungen, die in ihrem typischen Erregerspektrum divergieren. Weiterhin wird zwischen typischen und atypischen Lungenentzündungen unterschieden (Benzer et al. 1993). Eine akute

Pneumonie wird klassischerweise mittels einer konservativen Medikation, das heißt je nach auslösendem Erreger mit einem Antibiotikum oder Antimykotikum, behandelt, die operative Indikation besteht nur zur Korrektur von Strukturveränderungen, die mit Sekretverhalt einher gehen. Neben strukturellen Abnormalitäten kann auch das Mittellappensyndrom, dem eine Bronchuskompression durch Lymphknoten zu Grunde liegt, einen Sekretstau und in der Folge eine chronische Pneumonie begünstigen. Im Gegensatz zur akuten Pneumonie lässt sich die chronische Lungenentzündung nicht effektiv mit Antibiotika oder Antimykotika behandeln. Lange bestehende Entzündungen führen zur Destruktion des Lungenparenchyms, was eine chirurgische Sanierung des betroffenen Gewebeabschnitts nötig machen kann. Zur Diagnostik der Pneumonie wird das Röntgenbild genutzt, die klinische Symptomatik ist nur wenig spezifisch (Matthys und Seeger 2008, Müller 2018).

### **3.6.12 Hyperhidrose**

Übermäßiges Schwitzen wird als Hyperhidrose bezeichnet. Sie kann sowohl das primäre Erkrankungsbild darstellen als auch Symptom diverser Erkrankungen sein. Die primäre Hyperhidrosis betrifft vor allem die Körperregionen von Händen, Füßen und Achseln. Hyperthyreose und maligne Geschehen sind die wichtigsten Differenzialdiagnosen, die es auszuschließen gilt. Neben endokrinen Erkrankungen sind psycho-vegetative Auslöser und Drogenintoxikationen zu berücksichtigen. (Müller 2018)

Während bei sekundärer Hyperhidrosis die Behandlung der Grunderkrankung im Vordergrund steht, ist die Sympathektomie eine Möglichkeit, die primäre Hyperhidrosis zu therapieren, wenn konservative Behandlungsansätze ohne Erfolg bleiben. Ziel ist es, die Reizweiterleitung der Nerven zu unterbrechen, die die Schweißsekretion vermitteln (Silva Sobrinho et al. 2017).

### **3.6.13 Emphysem**

Ein Emphysem entsteht am häufigsten im Rahmen einer COPD, deren Auslöser zu meist inhalative Noxen sind. So ist bei 90 % der Betroffenen die Raucheranamnese positiv. Auch Feinstaub und andere Noxen kommen als Ursache in Frage. In allen Fällen führen diese Substanzen zu einer chronischen Entzündung, die mit einer Verengung der Atemwege einhergeht. Gleichzeitig führen proteolytische Enzyme im

Lungengewebe zur Destruktion von Alveolarsepten. In der Konsequenz kommt es zur irreversiblen Erweiterung distal der terminalen Bronchioli, dem Emphysem. Auch ein hereditärer  $\alpha$ -1-Antitrypsinmangel kann zum klinischen Bild des Emphysems führen

In der Folge der Gewebereduktion verschlechtert sich die Oxygenierung. Weiterhin kommt zum sogenannten „Airtrapping“. Infolgedessen nimmt das Residualvolumen zu und es entsteht ein Faszthorax, was langfristig zur Insuffizienz der Atemmuskulatur führt. Über den Euler-Liljestrand-Mechanismus, der bei niedrigen  $O_2$ -Partialdrücken zu lokaler Vasokonstriktion im Lungenstromgebiet führt, um ein größeres Shuntvolumen zu verhindern, können sich sekundär pulmonale Hypertonie und ein Cor pulmonale entwickeln (Schmidt et al. 2010).

COPD-Patienten präsentieren sich charakteristischerweise mit der Symptomtrias: Husten, Atemnot, Auswurf. Neben der klinischen Untersuchung kann auch die Lungenfunktion, die als Spiegel obstruktiver Veränderungen dient, zielführend sein. Am sichersten lässt sich das Emphysem mithilfe einer CT-Bildgebung darstellen. Zur Beurteilung der Rechtsherzbelastung eignet sich die Echokardiographie.

Die Therapie der COPD ist vielschichtig: Wichtigste Maßnahme ist die Tabakkarenz. Zudem sollten präventive Maßnahmen ergriffen werden, um Exazerbationen zu verhindern. Medikamentöse Maßnahmen und Langzeitsauerstofftherapie sind stadienabhängig indiziert. Chirurgische Maßnahmen kommen vor allem im Rahmen der Emphysembehandlung zum Tragen. Durch eine Lungenvolumenreduktionsplastik wird zum einen die Stellung von Rippen und Atemmuskulatur wieder angeglichen, zum anderen die Ventilation des verbleibenden Lungengewebes verbessert. Eine Lungentransplantation ist die ultima ratio bei ausgebrannter COPD (Kroegel und Costabel 2014).

### **3.6.14 Thymom**

Primäre Thymustumoren sind selten, jedoch stellt das Thymom die häufigste Neubildung des vorderen oberen Mediastinums dar. Definiert sind Thymome als gutartige oder niedrig maligne Neubildungen des Thymus, die von den Epithelzellen des Organs ausgehen und zumeist eine T-Zell-Komponente aufweisen. Die Abgrenzung zum malignen Tumor, dem Thymuskarzinom, erfolgt nach der WHO- Klassifikation von 1999 (Mod. Rosai und Sobin) über das Kriterium der Zytologie. Während gutarti-

ge Thymusepitheltumoren die Kapsel nicht durchbrechen, wachsen Thymuskarzinome invasiv. Die exakte Diagnose einer von der Thymusdrüse ausgehenden Neoplasie lässt sich erst nach histologischer Aufarbeitung stellen. Kompressionssymptome durch progrediente Größenzunahme treten bei etwa 40% der Patienten auf. Teilweise können Thymome mit der Symptomatik einer Myasthenia gravis einhergehen. Maligne Prozesse können zusätzlich durch Metastasen oder durch Destruktion bedingte Symptome verursachen. Um präoperativ die Ausdehnung der Thymusneoplasie beurteilen zu können, eignet sich am besten eine Computertomographie. Da auch das „echte Thymom“ ein relevantes Entartungsrisiko birgt, ist eine vollständige Ausräumung des vorderen Mediastinums anzustreben (Matthys und Seeger 2008, Müller 2018).

## 4 Fragestellung und Ziele

Mithilfe der vorliegenden Arbeit galt es die Frage zu beantworten, ob die uniportale VATS als minimalinvasiver Eingriff eine gleichwertige Behandlungsoption für Patienten mit komplexen Erkrankungsbildern gegenüber weniger komplizierten Operationsanlässen darstellt.

Zu diesem Zweck wurden Patienten, die aufgrund eines malignen Grundleidens mithilfe dieser Technik versorgt wurden, als eine separate Untersuchungsgruppe klassifiziert und mit solchen Patienten verglichen, deren Behandlungsanlass benigner Natur war.

Ein weiterer Vergleich wurde zwischen den Patienten angeführt, welche mehrfach oder bilateral thorakoskopiert wurden, da ihre Behandlung erhöhte Ansprüche und Risiken mit sich bringt. Die analysierten Werte wurden zu denen in Bezug gesetzt, die von einmalig operierten Patienten stammten.

Sowohl das intraoperative Management als auch die Zeit der postoperativen Rekonvaleszenz waren Bestandteil der Untersuchung. Als Vergleichsparameter zwischen den Kohorten wurden die Schnitt-Naht-Zeit ebenso wie die Verweildauer im Krankenhaus und die Liegezeiten auf Intensiv- und IMC-Station herangezogen. Insgesamt wurden die Daten von 129 Patienten, die im Zeitraum 17/03/16 bis 01/12/17 mittels uniportaler videoassistierter Thoraxchirurgie versorgt wurden, ausgewertet.

Es besteht der Anspruch, die qualitativ hochwertige Versorgung schwer erkrankter Patienten in unserer Abteilung gewährleisten zu können. Die vorliegende Datenanalyse soll eine kritische Beurteilung dieses Sachverhaltes beinhalten.

## 5 Patienten und Methode

### 5.1 Datenerhebung

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Daten stammen von Patienten, die im Zeitraum vom 17. März 2016 bis 01. Dezember 2017 am Uniklinikum Jena in der Abteilung der Herz- und Thoraxchirurgie mittels uniportaler videoassistierter Thorakoskopie behandelt wurden. Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv. Für die Erfassung der gesammelten Daten wurden Dokumente verschiedenster Art ausgewertet:

- OP-Berichte
- Entlassbriefe
- Tumorboardbeschlüsse
- Histopathologische Befunde
- OP-Protokolle

Die erfassten Parameter beinhalten:

- Alter
- Geschlecht
- Vor- und Begleiterkrankungen
- OP-Indikation (präop)
- OP-Seite
- OP-Lokalisation und –Vorgehen
- Schnitt-Naht-Zeit
- Histologischer Befund (postop)
- Verweildauer IMC/ITS/ gesamt
- Komplikationen
- Extubationsort
- Genutzte Stapler und Anzahl der benötigten Nachladeeinheiten
- Therapieregime

Präoperativ erfolgte die Indikationsstellung zur uniportalen VATS durch das thoraxchirurgische Team der UKJ. Komplexe Fälle, bei denen eine onkologische Vorgeschichte bestand, wurden interdisziplinär diskutiert. Dies geschah im Rahmen des wöchentlich stattfindenden Tumorboards.

## 5.2 Datenauswertung

Für die statistische Auswertung der erhobenen Daten wurden das Programm IBM® SPSS Statistics® 25 sowie Microsoft®-Excel 2007® verwendet.

Die Analyse der zusammengetragenen Daten erfolgte in Abhängigkeit des Skalenniveaus. So wurden für qualitative Merkmale sowohl die absoluten als auch die relativen Häufigkeiten angegeben. Für den Vergleich zweier nominalskaliert Variablen diente der Chi-Quadrat-Test. Zur Auswertung nominalskaliert Parameter wurden Median, Mittelwert, Interquartilsabstand sowie maximaler und minimaler Wert genutzt.

Für den Vergleich zweier unabhängiger Variablen, die mindestens ordinal skaliert waren, wurde initial der Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt, um die Frage der Normalverteilung klären zu können.

Bei vorliegender Normalverteilung kam im Folgenden der T-Test zur Anwendung, um eine signifikante Differenz zwischen den Mittelwerten der untersuchten Größe zu eruieren. Alternativ konnte der Mann-Whitney-U genutzt werden, wenn keine Normalverteilung gegeben war. Für den Fall, dass mehr als zwei nicht normalverteilte Variablen beurteilt wurden, kam der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung.

Mithilfe der multiplen linearen Regression sollten Störfaktoren eruiert werden, die Einfluss auf das Ergebnis der durchgeführten Analysen genommen hatten. Für das Bestimmtheitsmaß wurde der adjustierte Wert genutzt, um bei mehreren unabhängigen Variablen eine Fehlinterpretation der Daten aufgrund von Bias zu vermeiden.

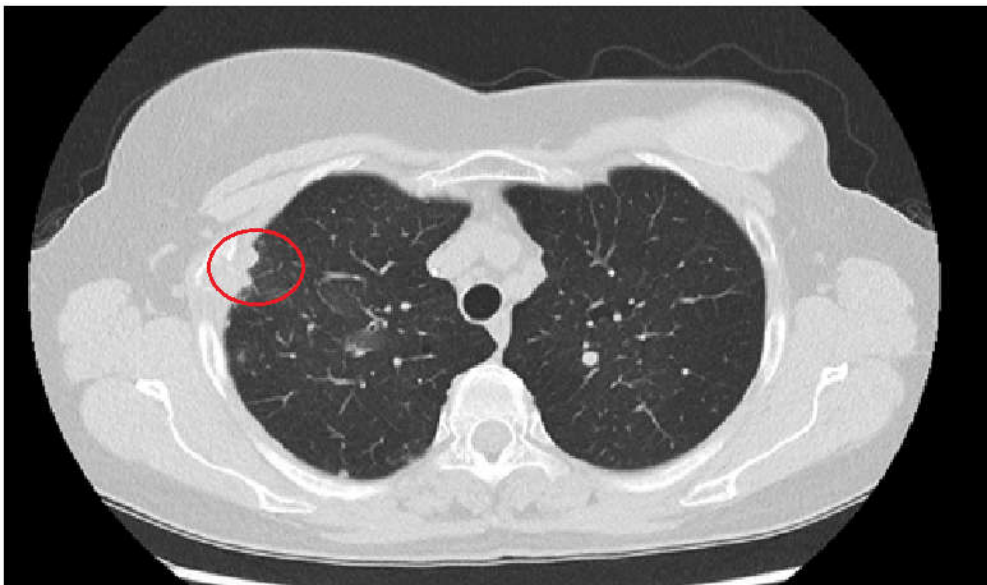
Die für die gesamte Untersuchung angenommene Nullhypothese lautete, dass kein Unterschied zwischen den verglichenen Parametern bestand. Die Annahme der Hypothese erfolgte bei einem  $p\text{-Wert} > 0,05$ . Lag der Wert für  $p$  unterhalb des festgelegten Signifikanzniveaus, wurde eine Differenz zwischen den beiden Variablen angenommen und die Nullhypothese verworfen.

## 5.3 Präoperative Diagnostik

Patienten, die in der thoraxchirurgischen Abteilung des UKJ versorgt werden, erhalten, sobald die Indikation zur OP gestellt wurde, vorbereitende Maßnahmen nach einem festen Schema.



Eine Lungenfunktionstestung sowie eine Laborkontrolle sind in der präoperativen Diagnostik enthalten und dienen zur Überprüfung der grundsätzlichen OP-Fähigkeit. Auch eine Röntgen-Thorax-Aufnahme ist Bestandteil. Durch die Aufnahme lassen sich Rückschlüsse auf den kardiopulmonalen Zustand der Patienten ziehen. Zudem ist für die Durchführung eines thoraxchirurgischen Eingriffes ein aktuelles CT-Bild unabdinglich, um die intrathorakale Situation präoperativ adäquat eruieren zu können. Beispielhaft ist eine solche Aufnahme in Abbildung sieben dargestellt. Mithilfe dieser Schnittbilddarstellung sind die anatomischen Verhältnisse, sowie potentielle Besonderheiten, am genauesten darstellbar. Es gilt, sowohl die Größe als auch die Lokalisation des Tumors einzuschätzen. Am besten geeignet scheint eine Schichtbreite von 3.75 mm für die Beurteilung des Schnittbildes. Besteht der Verdacht auf die Arrosion oder Kompression von Gefäßen, sowie auf Lymphknotenbeteiligung, wird die Computertomographie mit Kontrastmittel durchgeführt.



**Abb. 7:** Präoperative CT-Aufnahme mit Darstellung pleuraler Läsionen rechtsseitig (eigene Abbildung)

Weiterhin ist bei Bedarf die Durchführung einer Positronenemissionstopographie möglich, die sich auch mit einer CT kombinieren lässt. Die PET-Bildgebung dient der Darstellung stoffwechselaktiver Bereiche mittels verschiedener Tracer. So lassen sich bereits präoperativ Vermutungen über Dignität und Entität der im CT sichtbaren Läsionen anstellen. Vor allem Geschehen mit einem erhöhten Metabolismus sind als suspekt einzustufen. Dies ist ab einer Mindestgröße von 1cm in der Bildgebung sinnvoll (Sensitivität 96%), kleinere Befunde zeigen zumeist keine ausreichende Anrei-

cherung des Tracers, um adäquat zur Darstellung zu gelangen. Den Leitlinien entsprechend ist eine PET-Untersuchung ab einem Tumorstadium Ib bei Bronchialkarzinomverdacht empfohlen, desweiteren wird das Verfahren auch zur Detektion von Lymphknoten- und Fernmetastasen angeraten (Deutsche Krebsgesellschaft et al. 2018).

Für die Darstellung eines erhöhten Glucosestoffwechsels eignet sich ein FDG-PET, während bei Verdacht auf einen Karzinoidtumor die Durchführung einer DOTATOC-PET zielführend sein kann. Zudem lassen sich Rückschlüsse über die Ausbreitungswahrscheinlichkeit bei Tumorerkrankungen anstellen. Zu diesem Zweck wird die Traceraufnahme des Tumors, die normiert als „Standardized uptake value“ bezeichnet wird, bestimmt. Hohe SUVmax-Werte sprechen für eine höhere Metastasierungswahrscheinlichkeit und gehen gehäuft mit einem schlechteren Therapieansprechen sowie einer schlechteren Diagnose einher (Chen et al. 2015). Die bisher sensitivste Methode, um die Wahrscheinlichkeit für Lymphknotenmetastasen zu eruieren, ist, das Verhältnis von  $SUV_n/t$  zu berechnen und diese mit der Größe des Tumors zu multiplizieren. Der sich ergebende Wert wird als SUVindex bezeichnet und gilt als sensitiver Prädiktor (Liu et al. 2016).

## 5.4 Perioperatives Management

Das perioperative Management beinhaltet eine Antibiotikaprophylaxe in Form eines „single shots“. Des Weiteren ist eine Thrombosevorsorge für den Zeitraum der Immobilisierung von Nöten. Zumeist wird niedermolekulares Heparin verwendet. Bei vorbestehender Antikoagulation erfolgt ein „bridging“- orale Antikoagulanzen werden für diesen Zeitraum entsprechend pausiert. Nach dem Eingriff ist die Verlegung der Patienten auf die IMC-Station für einen Tag mit anschließender Rückverlegung auf die Normalstation vorgesehen.

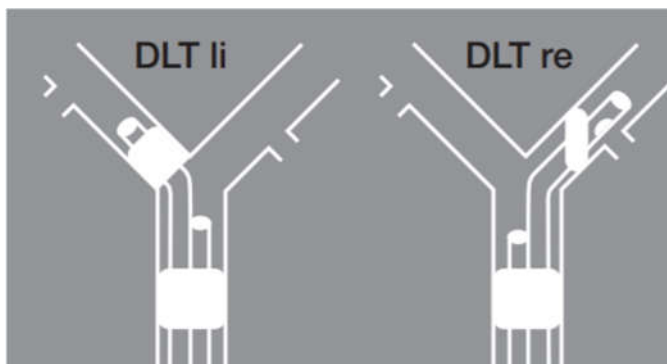
Postoperativ werden die Patienten nach dem Konzept der „fast track“-Chirurgie behandelt, die eine schnelle Aktivierung des Patienten sowie eine adäquate Schmerztherapie vorsieht. Dementsprechend erfolgt die erste Mobilisation der Patienten bereits am OP-Tag. Sollte dies nicht möglich sein, ist der Beginn spätestens am ersten postoperativen Tag vorgesehen. Eine Periduralkatheteranlage präoperativ, ebenso wie eine Interkostalblockade perioperativ oder auch orale/i.v Analgetika postoperativ können Teil der Schmerztherapie bei VATS-Eingriffen sein.

Im Verlauf erfolgen nach der Operation regelmäßige Verbandswechsel mit Beurteilung der Wundsituation sowie die zeitnahe Entfernung der intraoperativ angelegten Drainagen.

## 5.5 Operationsmethodik

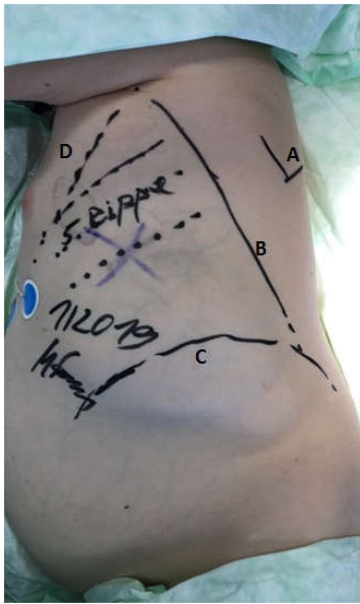
Die am UKJ in der thoraxchirurgischen Abteilung praktizierte Form der uniportalen videoassistierten Thorakoskopie entspricht einem modifizierten Stil von Diego-Gonzales Rivas. Im Folgenden wird der grobe Ablauf eines VATS-Eingriffes dargestellt:

Im Vorfeld der Operation verbleiben die Patienten nüchtern. Dann erfolgt die Einschleusung in den OP-Trakt und die anästhesiologische Vorbereitung auf den Eingriff. Als Besonderheit ist zu nennen, dass bei der Intubation ein Doppellumentubus (Abb. 8) verwendet wird, der die Möglichkeit bietet, die zu operierende Lunge von der Ventilation durch die Beatmungsmaschine abzukoppeln. Gleichzeitig bleibt die Belüftung der Lunge der Gegenseite bestehen und gewährleistet somit die Oxygenierung des Patienten während des Eingriffs (Klein 2009).



**Abb. 8:** Doppellumentubus mit Blockade (Klein 2009)

Nach der Anästhesieeinleitung wird der Patient auf die Seite gelagert, wie in Abbildung neun dargestellt: In dieser Position sind die anatomischen Landmarken, die zur Orientierung dienen, am besten zu überblicken und zu tasten:



**Abb. 9:** Markierung der Landmarken vor uniportaler Operation (eigene Abbildung)

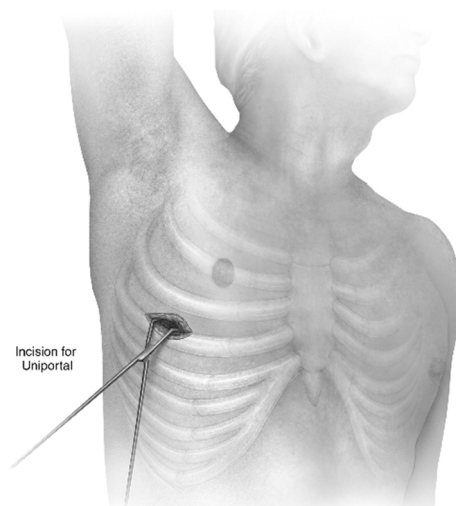
**A**=Skapulaspitze, **B**= M.latissimus dorsi, **C**= Zwerchfell, **D**= M.pectoralis major

Zur Sicherung der Lagerung erfolgt die Fixierung mittels verformbarer Vakuummatratze.

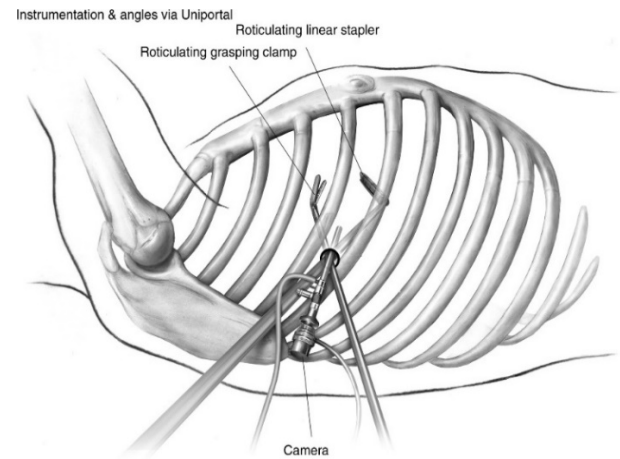
Im Folgenden wird das Operationsgebiet steril abgewaschen und abgedeckt. Der Bereich mit den Eckpunkten Spina scapulae, Diaphragma, Mamille und Skapulaspitze wird dabei ausgespart und mit einer iodhaltigen Folie zum Wundschutz abgedeckt.

Als Zugangsweg für die VATS wird ein 2-3 cm langer Hautschnitt gesetzt, der zu- meist im 4. oder 5. Interkostalraum zwischen vorderer und mittlerer Axillarlinie lokalisiert ist. Abweichende Zugänge können sich aufgrund der Lokalisation der zu operierenden Pathologie ergeben (Sihoe 2016b).

Es ist darauf zu achten, den Schnitt an der Rippenoberkante zu setzen, um Nerven- und Gefäßläsionen zu vermeiden. Exemplarisch illustriert Abbildung zehn das Vorgehen. Zwecks Schonung des M.latissimus dorsi sollte der Schnitt ventral des Muskels positioniert sein.

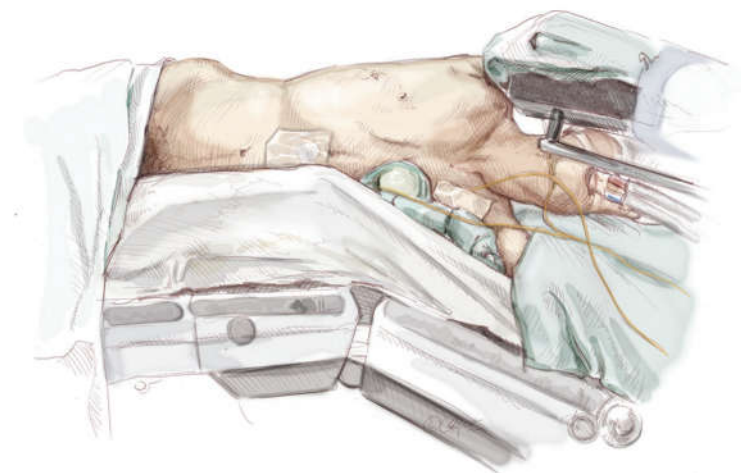


**Abb. 10:** Positionierung der Zugangsinzision am Oberrand der (Rocco 2009)



**Abb. 11:** single port mit insertierten Instrumenten (Rocco 2009)

Die Portlokalisation eignet sich vor allem deshalb, weil die Interkostalräume ventral prinzipiell weiter sind als dorsal. Dadurch wird die Handhabung der Instrumente bei einem in der anterioren Axillarlinie angelegten Port einfacher, der potentielle Bewegungsradius größer. Die Behandlung von Pathologien sowohl im Ober- als auch im Mittel- und Unterlappen sind damit möglich. Die optimale Positionierung zeigt Abbildung elf. Abweichend lokalisierte Inzisionen hingegen bergen die Gefahr, dass die Pathologien mit den Instrumentarien nicht adäquat erreicht werden können und dass es zu Interferenzen der Instrumente kommt. Die Handhabung für den Chirurgen wird zugleich unkomfortabler (Sihoe 2016b).



**Abb. 12:** Empfohlene Lagerung bei uniportaler VATS (Sihoe 2016b)

Als weitere Hilfestellung ist es möglich, den OP-Tisch aufzuklappen, wie in Abbildung zwölf demonstriert. So wird eine zusätzliche Erweiterung der Interkostalräume erreicht. Zudem kann diese Art der Positionierung hilfreich sein, um bei Frauen mit breiten Hüften zu vermeiden, dass diese das Hantieren mit den Instrumenten behindern.

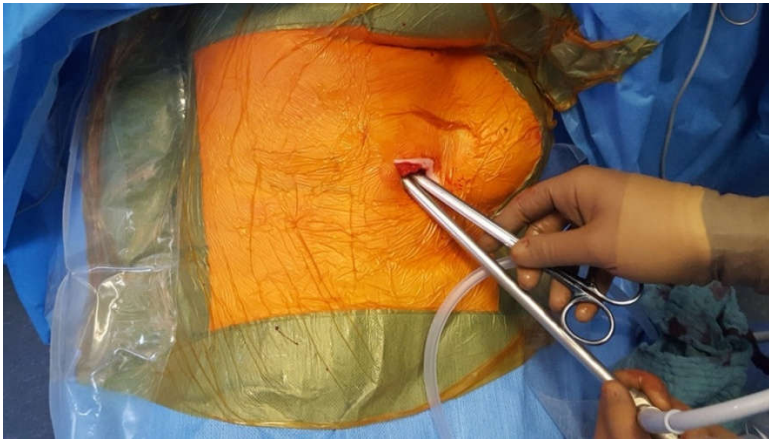
Zu Beginn erfolgt die muskelschonende Präparation durch den M.serratus anterior, sowie die Ablösung der Interkostalmuskulatur. Insbesondere um keine Schäden am Lungenparenchym zu verursachen, wird die Präparation stumpf ausgeführt. Weiterhin gilt es, auf den Verlauf der Nn. thoracicus longus und thoracodorsalis zu achten. Im Anschluss besteht Sicht auf die Pleura parietalis, die durchtrennt werden muss, um Zugang zum intrathorakalen Raum zu erlangen. Wichtig ist zudem, eine ausreichende Blutstillung zu erreichen. Gelingt dies nicht, kann die Sicht über die Kamera erschwert sein.



**Abb. 13:** Kamera über Trokar eingeführt, intraoperative Aufnahme (eigene Abbildung)

Nachdem der Zugang adäquat hergestellt wurde, ist zunächst das Einbringen des Trokars möglich, der als Führungsschiene für die Kamera dient. Anschließend wird die Kamera eingesteckt, wie in Abbildung 13 gezeigt, und so die Sicht auf die ipsilaterale Lunge und Thoraxwand ermöglicht. Nach Exploration des Situs können die Instrumente insertiert werden (Abb. 14). Auch das Bergen von Präparaten oder das Einbringen von Talkum sind über die Zugangsinzision möglich.





**Abb. 14:** Inzision mit Instrumenten und Kamera während uniportaler Thorakoskopie (eigene Abbildung)

Je nach durchgeführter Operation kann die Kippung des Tisches hilfreich sein, um eine bessere Sicht auf das OP-Gebiet zu erhalten. Nach Gonzales-Rivas empfiehlt sich die Kippung des Tisches vom Operateur weg zur Präparation hilärer Strukturen, während die Kippung zum Operateur hin vor allem für die Lymphknotendisektion hilfreich sein kann (Gonzalez-Rivas et al. 2013a).

Nach Beendigung der Intervention wird eine Thoraxsaugdrainage in den dorsalen Bereich der Portinzision eingebracht, wie in Abbildung 15 dargestellt. Ziel ist die Re-expansion der kollabierten Lunge sowie den Abtransport von Wundsekret zu ermöglichen und eine direkte Kontrollmöglichkeit für das Auftreten relevanter Nachblutungen zu haben. Regelhaft erfolgt die Anlage einer 24 Charr-Drainage mit einem Sog von -13 mmHg in unserer Abteilung.



**Abb. 15:** Nach single-port VATS angelegte Thoraxsaugdrainage, 24-Charr, posterior positioniert (eigene Abbildung)

Anschließend wird die Wunde auf Muskelebene genäht, wobei es gilt, die Faszie einzufassen, um ein Ausreißen zu verhindern. Danach erfolgt der Verschluss der Haut mithilfe eines Klammer-Gerätes. Die Anlage einer subkutanen Naht ist möglich, wird jedoch eher bei übergewichtigen Patienten verwendet, um eine gute Adaptation der Wundränder zu erreichen und eine Wundheilungsstörung zu vermeiden. Es besteht die fakultative Möglichkeit, perioperativ einen Interkostalblock mittels Lokalanästhetikum anzulegen, wodurch eine postoperative Schmerzlinderung für einige Stunden gewährleistet ist. Am UKJ wird dafür zumeist Bupivacain verwendet.



Postoperativ erfolgt eine Röntgenbildgebung, um die Frage nach einem postoperativ entstandenen Pneumothorax, der adäquaten Drainageanlage sowie nach Infiltraten und Ergüssen beantworten zu können. Eine beispielhafte Aufnahme, ohne Hinweis auf Komplikationen, liefert Abbildung 16.

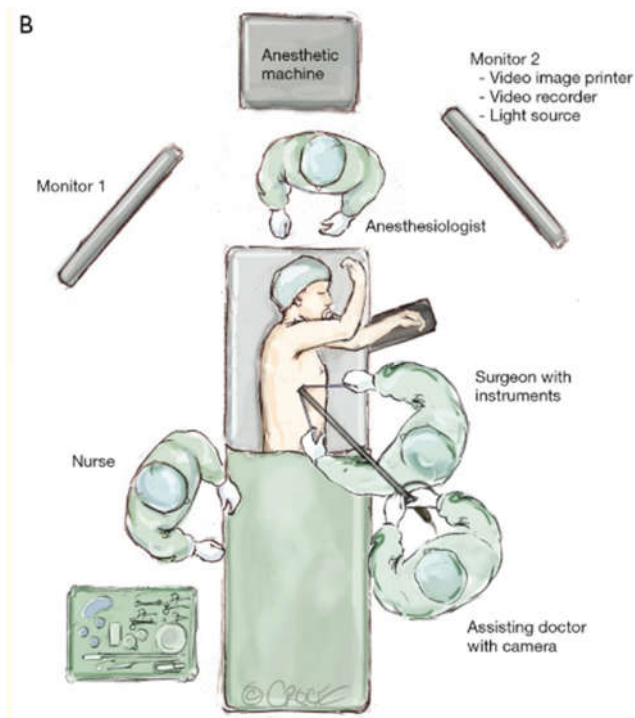


**Abb. 16:** Postoperativ regelhaftes Röntgenbild der Patientin R.S. ( eigene Abbildung)

## 5.6 Räumliche Anordnung

Abbildung 17 zeigt schematisch den Aufbau während einer uniportalen VATS: Der Operateur steht zur ventralen Seite der Patienten, sodass nach dem Einführen der Kamera größtmögliche Bewegungsfreiheit intrathorakal besteht. Wenn der OP ein Assistent beiwohnt, ist es sinnvoll, dass sich dieser dorsal des Operateurs positioniert, um Behinderungen beim Instrumentieren zu vermeiden. Grundsätzlich ist jedoch eine flexible Positionierung, je nach den intraoperativ bestehenden Bedürfnissen, möglich. Um eine optimale „head-to-toe“-Ausrichtung zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, dass der Operateur weiter kaudal am Patienten steht. Durch die Lokalisation des Monitors wie oben dargestellt ist sowohl für den Assistenten als auch für den Operateur selbst der gesamte Situs überblickbar, was eine genaue und effektive Zusammenarbeit ermöglicht. Richtet man den Monitor so aus, dass er der natürlichen Körperhaltung folgt, ist ein komfortables Arbeiten realisierbar. Die sterile Schwester steht zum Rücken des Patienten und hat somit ausreichend Platz, um das Instrumentarium anzureichen. Zugleich kann sie sowohl Port als auch Bildschirm einsehen. Dies ermöglicht eine vorausschauende Assistenz.

In der beschriebenen Aufstellung hat der Operateur eine Position, durch die seine Sichtachse von der Mamille Richtung Scapula verläuft. Im Gegensatz zur Perspektive beim multiportalen Zugang, die eher horizontal ist und mit dem Ausdruck „across a baseball field“ beschrieben wird, entspricht die Sicht beim uniportalen Verfahren eher dem von oben durch einen Tunnel (Sihoe 2014).



**Abb. 17:** Räumliche Aufstellung im Rahmen einer uniportalen VATS (Sihoe 2016b)

## 5.7 Stapler/ Instrumente

Abbildung 18 zeigt die Ansicht auf einen vorbereiteten OP-Tisch im Rahmen einer VATS-OP:



**Abb. 18:** Vorbereiteter OP-Tisch vor single-port-Eingriff (eigene Abbildung)

Um das Arbeiten durch den Port zu ermöglichen, sind bestimmte Eigenschaften für die genutzten Instrumente unabdinglich: Sie müssen lang und gebogen sein. Anders wären die Zielläsionen, zu weit entfernt. Überdies wäre das gleichzeitige Einführen mehrerer Instrumente nebeneinander nicht möglich. Die Kamera, die im Rahmen der Thorakoskopien genutzt wird, hat eine eingebaute 30-Grad-Optik, um einen umfassenden Blick auf die Zielstrukturen zu gewährleisten. Weiterhin werden auch ein Sauger sowie eine unipolare Elektrode genutzt. Bei den VATS-Eingriffen wird zusätzlich immer auch ein Thorax-Sieb bereitgestellt, falls es notwendig ist, zur offenen chirurgischen Vorgehensweise zu konvertieren.

Ein weiteres wichtiges Instrument zur thorakoskopischen Durchführung von Parenchymresektionen ist der Stapler. Dies sind Klammergeräte, die nach folgendem Ablauf funktionieren:

- **1. Schritt:** Positionierung des Staplers sowie Verschluss (führt zur Kompression des Gewebes und Blutleere im zu klammernden Gebiet)
- **2. Schritt:** Nahtreiheninsertion ins Gewebe am Ort der Fixierung
- **3. Schritt:** Trennung des Gewebes zwischen den abgesetzten Nahtreihen



**Abb. 19:** Echelon60-Stapler (eigene Abbildung)

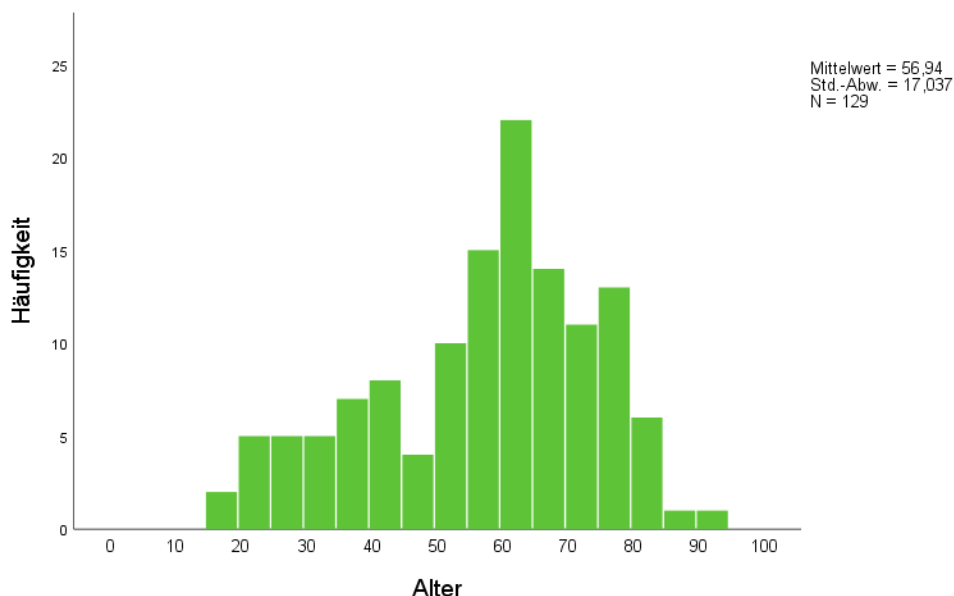
Für unsere Patientenkohorte wurden Echelonstapler der Firma Ethicon (Abb. 19) sowie EndoGia-Stapler der Marke Medtronic verwendet, bei denen es möglich ist, den Schaft um bis zu 45 Grad abzuwinkeln und den Griff zu rotieren. Dies ist für das Arbeiten mittels uniportalem Zugang essentiell, um die Erreichbarkeit aller Strukturen mithilfe des Gerätes gewährleisten zu können. Weiterhin vorteilhaft ist, dass aufgrund des elektrischen Antriebs nur eine Hand zur Bedienung nötig ist. So ist die gleichzeitige Führung der Kamera möglich, was die Thorakoskopie alleine ohne die Hilfe eines Assistenten möglich macht.

Für verschiedene Gewebe, die unterschiedliche Dicken aufweisen, wie Gefäße, Lungenparenchym und Bronchus, existieren verschiedene Staplermagazine. Diese setzen unterschiedlich breite Klammernreihen und führen zu einer dem Gewebe angepassten Kompression der abgesetzten Gewebsränder. Ziel ist es, eine ausreichende Dichtigkeit zu gewährleisten und Insuffizienzen zu vermeiden. Andererseits sollte eine ausreichende Perfusion der Nahtreihen bestehen, damit eine gute Wundheilung möglich ist.

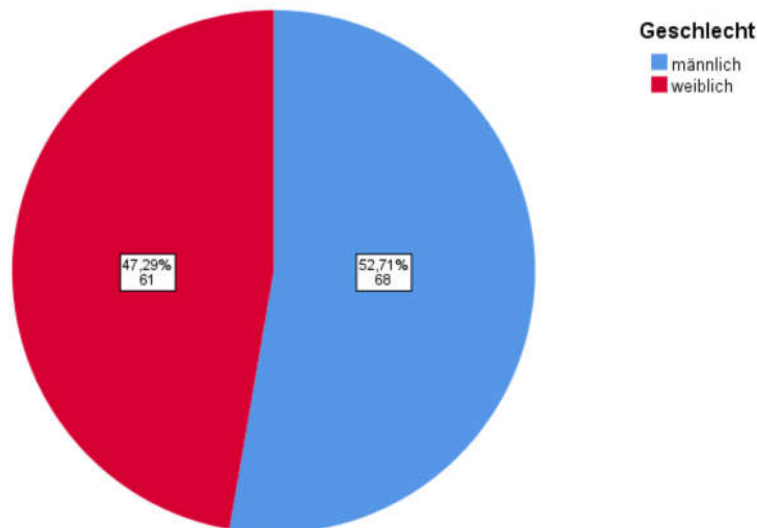
## 6 Ergebnisse

### 6.1 Allgemeine Patientencharakteristika

Die Daten von 129 Patienten wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung analysiert. Initial erfolgte die Betrachtung demographischer Parameter, um eine Übersicht über die Zusammensetzung der Kohorte zu erhalten. Der Altersdurchschnitt lag in der Gruppe bei  $57 \pm 17$  Jahren, am häufigsten waren jedoch Patienten zwischen 60-65 Jahren im Kollektiv vertreten (Abb. 20), dies spiegelt auch der Medianwert von 61 wider. Insgesamt umfasste die untersuchte Kohorte eine Altersspanne von 73 Jahren, wobei der jüngste Patient zum Zeitpunkt der Operation 17 Jahre alt war, der Älteste 90. Zu 47,3 % ( $n=61$ ) bestand die Untersuchungsgruppe aus Frauen, 52,7% waren Männer ( $n=68$ ) (Abb. 21). Somit lag ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis vor. Das weibliche Durchschnittsalter lag bei  $60 \pm 15,5$  Jahren, während das der Männer  $54 \pm 18$  Jahre betrug. Auch die Werte von Median und Interquartilsabstand zeigen, dass die weiblichen Patienten in diesem Kollektiv tendenziell älter waren als die männlichen Patienten (Tab. 4).



**Abb. 20:** Altersverteilung im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung)



**Abb. 21:** Geschlechterverteilung (eigene Abbildung)

**Tab. 4:** Altersverteilung in Abhängigkeit des Geschlechts (eigene Darstellung)

	Median	Mittelwert	Interquartilsabstand 25/75	Minimaler Wert	Maximaler Wert
Männer (M)	59	54 ( $\pm 18,0$ )	40/64	17	90
Frauen (W)	64	60 ( $\pm 15,5$ )	50/70	21	88

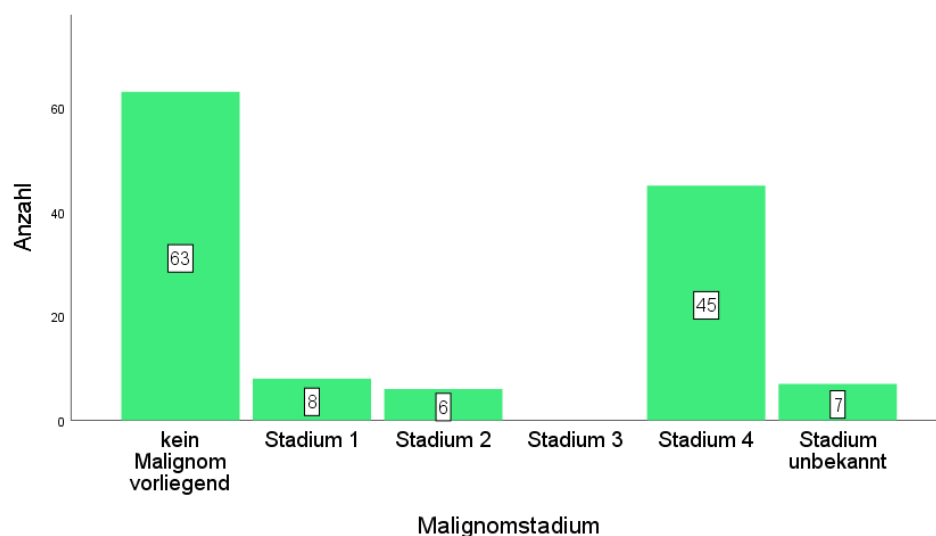
## 6.2 Vor- und Begleiterkrankungen

Mithilfe von Arztbriefen und Anamnesebögen wurde eine Übersicht über die bestehenden Vorerkrankungen der Patienten erstellt. Additiv wurden Risikofaktoren eruiert, die Krankheiten wie Malignome begünstigen, zu erschwerten Operationsverhältnissen oder postoperativ komplizierten Verläufen führen können. Bei 51% (n=66) der Patienten war ein Malignom bekannt. Entsprechend stellen sie die in diesem Patientenkollektiv am häufigsten auftretende Morbidität, welche zumeist auch im Zusammenhang mit der OP-Indikation stand, dar. Des Weiteren finden sich arterielle Hypertonie 41% (n=53) und kardiovaskuläre Vorerkrankungen 29% (n= 37) häufig in der Liste der Begleiterkrankungen wieder.

Lungenerkrankungen wie COPD, Lungenemphysem, Tuberkulose und Asthma waren nur in 10 Fällen anamnestisch zu eruieren. 14% (n=18) der Patienten gaben ei-

nen Nikotinabusus an. In 15 Fällen bestanden Hinweise bezüglich des Vorliegens einer Immunsuppression. Entweder war dies direkt den aktuellen Medikationsplänen der Patienten zu entnehmen, oder die Krankengeschichte ließ, beispielsweise bei an Sarkoidose Erkrankten sowie bei Organtransplantierten, darauf schließen. Immerhin 11,6% aller Patienten unserer Kohorte lassen sich zu dieser Gruppe rechnen.

60,7% (n= 78) aller Patienten des Kollektivs sind als multimorbide zu klassifizieren, wofür laut DEGAM-Definition (Scherer et al. 2017) mindestens drei Krankheiten gleichzeitig vorliegen müssen.

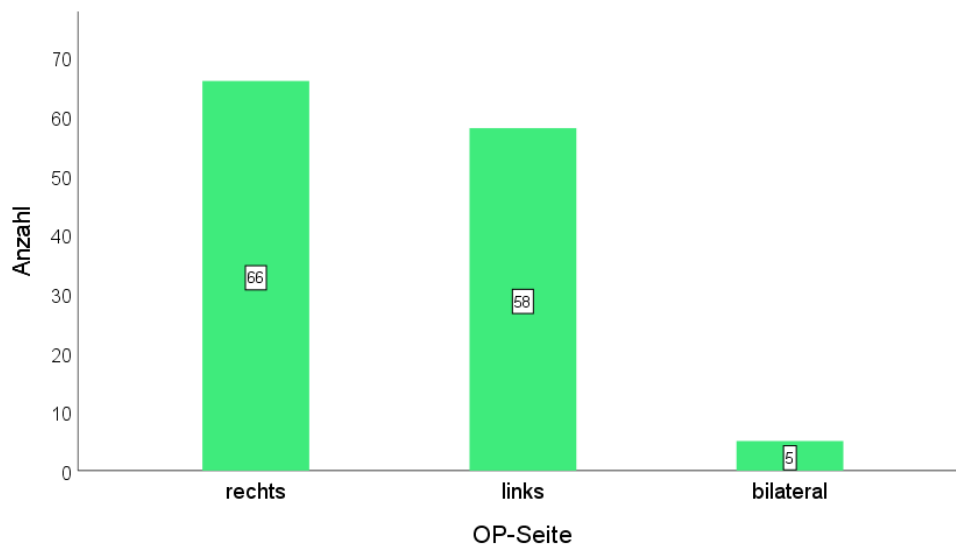


**Abb. 22:** Häufigkeit des Auftretens verschiedener Malignomstadien (eigene Abbildung)

In der vorliegenden Abbildung 22 ist ein Splitting bezüglich der vorliegenden Malignomstadien zum Operationszeitpunkt dargestellt. Nicht immer war der bösartige Tumor Anlass für die VATS. In wenigen Fällen bestand der onkologische Befund somit als unabhängige Begleiterkrankung. 14 Patienten wiesen zum Operationszeitpunkt ein lokal begrenztes Tumorwachstum auf (10,8%). Der Großteil der Karzinome war primär in Mamma oder Lunge lokalisiert und zum Zeitpunkt des Eingriffes bereits fernmetastasiert (n= 45, 34,8%). Für einige Fälle (n=7, 5,4%) war das Tumorstadium nicht nachzuverfolgen, jedoch waren in diesen Fällen die Eingriffsindikation unabhängig vom malignen Geschehen. Fast die Hälfte der Patienten war tumorfrei (n= 63, 48,8%).

### 6.3 OP-Seite

Um intraoperative Verwechslungen zu vermeiden, wurde präoperativ eine Markierung am Patienten vorgenommen, um die Seite, auf der die Zielläsion lokalisiert ist, zu kennzeichnen. Entsprechend erfolgte die Lagerung. Eine Übersicht über die Häufigkeitsverteilung liefert Abbildung 23:



**Abb. 23:** OP-Seite (eigene Abbildung)

Es zeigt sich, dass rechtsseitige OPs am häufigsten, und zwar in 51% (n=66) der Fälle, durchgeführt wurden. 45% (n=58) der Patienten wurden linksseitig operiert und ein kleiner Anteil von 4% (n=5) wurde im Rahmen einer Operationssitzung bilateral versorgt, was eine Umlagerung notwendig machte.

### 6.4 Operationsanlässe

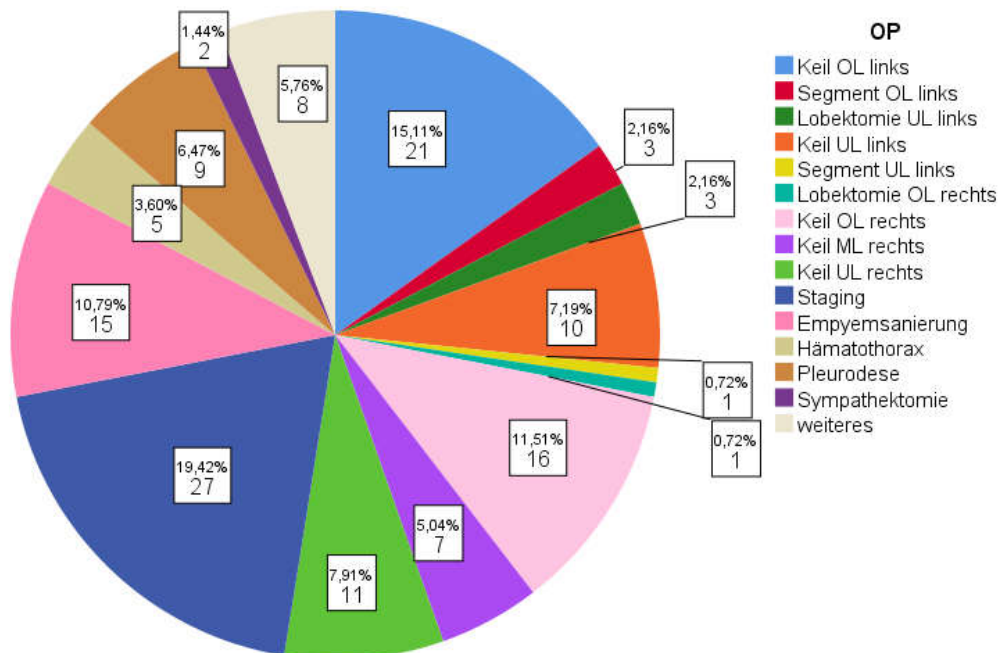
Die Analyse zeigt, dass Staginguntersuchungen in 27 Fällen Anlass für die durchgeführte Operation waren. Lymphknotenresektionen, ebenso wie Pleurektomien wurden in diesen Fällen genutzt, um eine Verdachtsdiagnose histologisch zu sichern.

Auch im Rahmen größerer Operationen, die Lungenparenchymresektionen beinhalten, war ein entsprechendes Staging möglich. Dies wird jedoch in der unten stehenden Abbildung 24 nicht noch einmal differenziert aufgeführt. Stattdessen werden diese Eingriffe unter der jeweils führenden Intervention - bspw. „Segmentresektion Oberlappen links“ - aufgelistet.



Die Entnahme von Lungengewebe wurde mehrheitlich im Rahmen von Keilresektionen durchgeführt. Insgesamt entfallen 46,8% (n=65) aller VATS auf Parenchymresektionen dieser Art, wobei keine Dominanz einer Seite zu verzeichnen ist (rechts: n=34, links: n=31). Sowohl links- als auch rechtsseitig erfolgten sie zumeist im Bereich des Oberlappens und machen 15,1% (n=21) bzw. 11,5% (n= 16) aller Eingriffe aus. Verhältnismäßig machen die anatomischen Resektionen nur einen kleinen Anteil aus. Achtmal fanden Segmentresektionen oder Lobektomien mittels videoassistierter thorakoskopischer Chirurgie statt, was einem Gesamtanteil von 5,75% entspricht.

Nicht zu vernachlässigen sind Operationen, die zur Sanierung von Empyemen durchgeführt wurden (n=15, 10.8%), ebenso wie Pleurodesen im Rahmen maligner Pleuraergüsse (n=9, 6,5%). Sie stellen gemeinsam etwa ein Sechstel aller Behandlungsanlässe dar. In der Rubrik „Weiteres“ wurden Operationen zusammengefasst, die nur vereinzelt durchgeführt wurden. Dazu zählen beispielsweise Clavikularesektionen oder das Verfahren der hyperthermen intrathorakalen Chemotherapie. Eine vollständige Übersicht über die durchgeführten Operationen lässt sich Abbildung 24 entnehmen.



**Abb. 24:** Übersicht über die durchgeführten Operationen (eigene Abbildung)

## 6.5 Schnitt-Naht-Zeiten der Operationen im Vergleich

Die Analyse der Schnitt-Naht-Zeiten für die verschiedenen durchgeführten Operationen ist in der untenstehenden Tabelle fünf in ihrer Gesamtheit zu überblicken. Für die Segmentresektion im Unterlappen links ließ sich der niedrigste Mittelwert (34 min) berechnen. Keilresektionen in Bereich des Mittellappens rechts wurden durchschnittlich in 36 Minuten durchgeführt, und auch die mittlere Dauer für Staging-OPs, Keilresektionen im Bereich des Unterlappens links und Empyemasanierungen liegt bei einem Wert von 39 min und somit nur geringfügig höher.

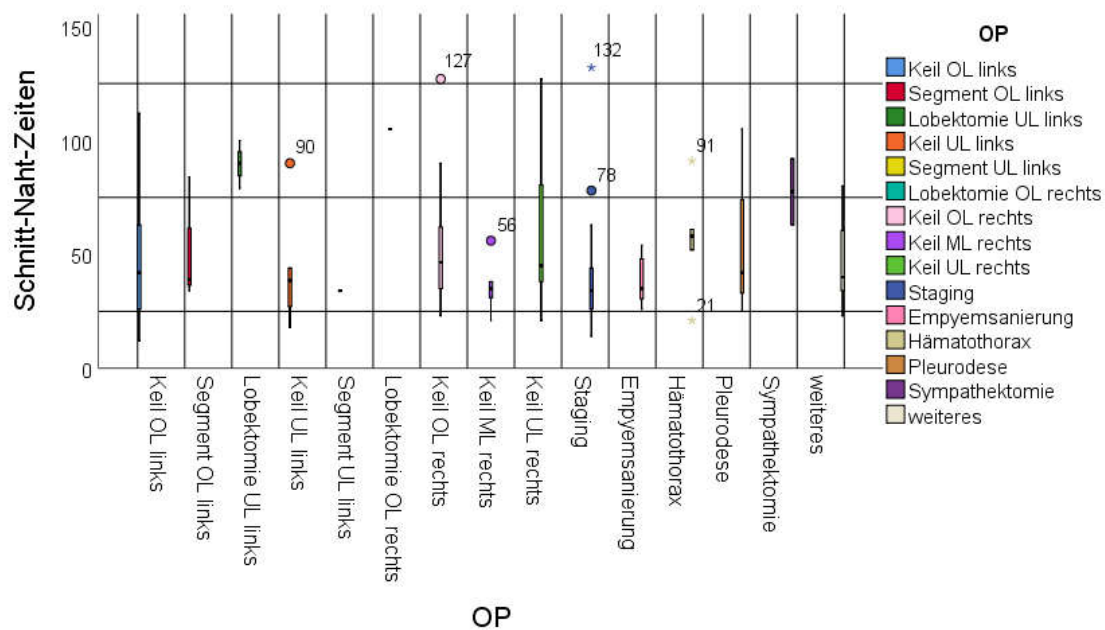
Betrachtet man hingegen, welche Eingriffe durchschnittlich am längsten dauern, fällt der Mittelwert für die Lobektomie des Oberlappens rechts auf, der 105 min beträgt. In absteigender Reihenfolge sind nun Lobektomien des Unterlappens links (90 min), sowie Sympathektomien (78 min) zu nennen, deren Zeitbedarf durchschnittlich geringfügig kürzer ist. Auch ist zu beachten, dass die Patientengruppen recht klein sind (n=3, n=2). Als repräsentativ ist der berechnete Mittelwert für Keilresektionen im Bereich des Unterlappens links zu erachten, der 60 min (n=11) beträgt. In der gesamten Untersuchungsgruppe war der Eingriff mit der kürzesten Schnitt-Naht-Zeit eine Keilresektion im Oberlappen links (12 min), während die längste Operationsdauer, die 132 min dauerte, auf ein Staging entfiel. Umfassend lässt sich festhalten, dass die minimal und maximal benötigten Zeiten je Eingriff eine breite Streuung aufweisen. Vor allem bei Stagingoperationen und Keilresektionen, mit Ausnahme derer im Mittellappen, ist eine große Varianz zu verzeichnen.

**Tab. 5:** Schnitt-Naht-Zeiten der Operationen im Vergleich

Art und Lokalisation	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert SNZ (in min)	Min/Max SNZ (in min)	Interquartils- abstand 25/75 (in min)	Median (in min)
Keil OL links	21	15,1	47,7±27,2	12/112	25,5/65,0	42,0
Segment OL links	3	2,2	52,3±27,5	34/84	34,0/-	39,0
Lobektomie links	3	2,2	89,7±10,5	79/100	79,0/-	90,0
Keil UL links	10	7,2	38,9±20,5	18/90	25,0/44,0	38,5
Segment UL links	1	0,7	34,0	-	-	34,0
Lobektomie rechts	1	0,7	105,0	-	-	105,0
Keil OL rechts	16	11,5	52,8±26,5	23/127	35,0/62,5	46,5
Keil ML rechts	7	5,0	35,7±10,8	21/56	28,0/38,0	35,0
Keil UL rechts	11	7,9	60,2±35,8	21/127	37,0/98,0	45,0
Staging	27	19,4	39,2±23,6	14/132	25,0/44,0	34,0
Empyemsanierung	15	10,8	38,5±10,8	26/54	30,0/52,0	35,0
Hämatothoraxsanierung	5	3,6	56,6±25,0	21/91	36,5/76,0	58,0
Pleurodese	9	6,5	51,7±26,8	25/105	31,0/74,0	42,0
Sympathektomie	2	1,4	77,5±20,5	63/92	63,0/-	77,50
Weiteres	8	5,8	46,5±20,4	23/80	63,0/67,75	40,0

**OL** = Oberlappen, **ML**= Mittellappen, **UL**= Unterlappen

Abbildung 25 stellt die Verteilung der Schnitt-Naht-Zeiten für die verschiedenen Operationen nochmals in graphischer Weise dar. Die visuellen Diskrepanzen zwischen einzelnen Entitäten lassen sich teilweise im statistischen Vergleich bestätigen. Tabelle sechs führt eine Übersicht über die Operationsformen auf, für die sich mittels Kruskal-Wallis-Test ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der im Mittel benötigten Schnitt-Naht-Zeiten ergibt.



**Abb. 25:** Schnitt-Naht-Zeiten für verschiedene Eingriffe (eigene Abbildung)

**Tab. 6:** Signifikant unterschiedliche Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich

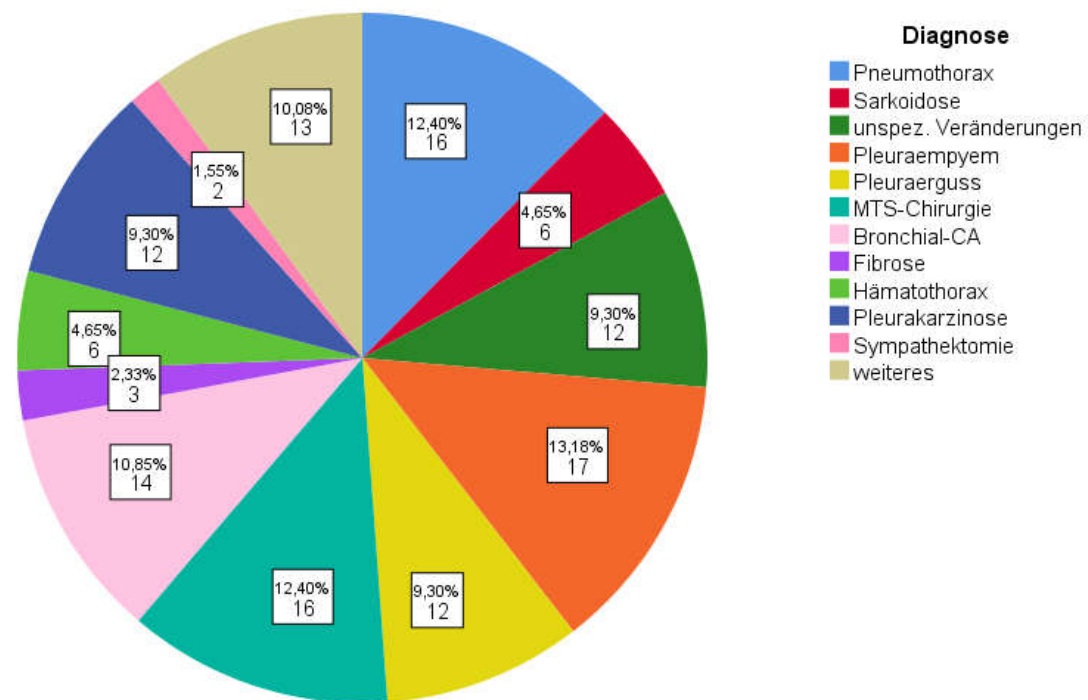
Entitäten	P-Wert
Keil ML rechts-Sympathektomie	0,036
Staging-Keil OL rechts	0,031
Keil ML rechts- Lobektomie UL links	0,008
Staging – Keil UL rechts	0,030
Staging - Sympathektomie	0,024
Staging – Lobektomie UL links	0,003
Keil UL links- Lobektomie UL rechts	0,008
Empyemsanierung- Sympathektomie	0,047
Empyemsanierung – Lobektomie UL links	0,009
Keil OL links – Lobektomie UL links	0,021

**OL**= Oberlappen, **ML**= Mittellappen, **UL**= Unterlappen

Vergleicht man die durchgeführten Eingriffe untereinander ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Lokalisationen, lässt sich nur für Lobektomien im Vergleich mit Sympathektomien ein signifikanter Unterschied bestätigen ( $p=0,021$ ). Innerhalb einer Eingriffsart waren keine signifikanten Differenzen hinsichtlich des Zeitbedarfs zu eruieren ( $p>0,05$ ). Schlussendlich macht es somit keinen Unterschied, ob ein Keil im

Bereich des Ober-, Mittel oder Unterlappens entnommen wird und ob die Resektion links- oder rechtsseitig stattfindet. Gleiches gilt für die Segmentresektionen und Lobektomien.

## 6.6 Diagnosen

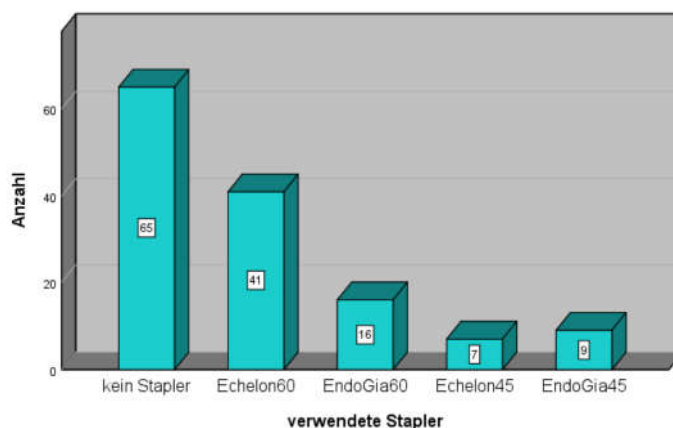


**Abb. 26:** Diagnosenverteilung im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung)

Die Diagnosestellung erfolgte durch klinische Beurteilung sowie histologische Sicherung der intraoperativ erhobenen Befunde. In der untersuchten Gruppe stellten Pleuraempyeme mit 13,18% (n=17) den häufigsten Grund für eine Intervention dar. Beinahe ebenso oft war ein Pneumothorax (n=16) Anlass für die VATS. Mit 12,4% (n=16) machten Metastasen ebenfalls einen bedeutenden Anteil der versorgten Pathologien aus und übersteigen somit sogar die Häufigkeit der Diagnose „primäres Bronchialkarzinom“ mit 10,85% (n=14). Bei 13 Patienten ließen sich Befunde erheben, die in der Graphik unter der Rubrik „Weiteres“ zusammengefasst wurden., und für sich genommen eher selten sind: Hamartom, Hamartochondrom, Thymom, Fibrom, Abszess, Zyste, etc. zählen dazu. Selbiges gilt für den Unterpunkt „unspezifische Veränderungen“, der einen ähnlich hohen Prozentanteil ausmacht (9,3 %, n=12): Vernarbungen, Entzündungsprozesse und kleine Einblutungen sind nur einige

Beispiele für Prozesse, die in der Bildgebung verdächtig imponieren können und zur Abklärung mittels VATS geführt haben. In der Summe ebenso häufig war der Behandlungsanlass ein Pleuraergusses ( $n=12$ , 9,3%), der vor allem im Zusammenhang mit malignen Geschehen therapiert wurde. Weitere Diagnosen sowie die Häufigkeit ihres Auftretens lassen sich der obenstehenden Abbildung 26 entnehmen.

## 6.7 Anzahl der Stapler und Nachladeeinheiten

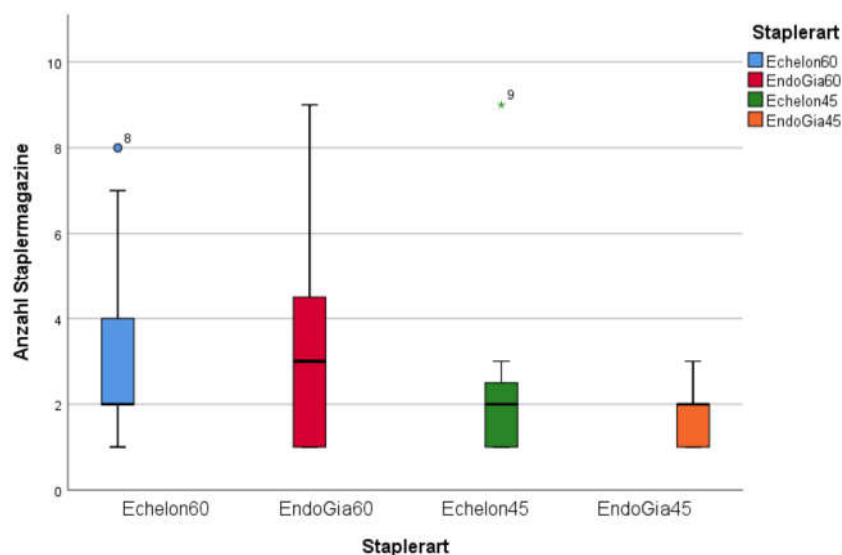


**Abb. 27:** Verwendungshäufigkeiten der verschiedenen Stapler (eigene Abbildung)

Der Einsatz von Klammer-Naht-Geräten hängt prinzipiell von der durchgeführten Operation ab. Abbildung 27 gibt einen Überblick über die Anwendungshäufigkeit der verschiedenen Geräte. In rund 50% ( $n=65$ ) der Fälle waren Klammernahtgeräte nicht notwendig. Wurde ein Stapler genutzt, so war es zumeist „Echelon 60“ ( $n=41$ ). Sechzehn mal kam der EndoGia60-Stapler zum Einsatz. Die Klammernahtgeräte mit den 45er Magazinen wurden insgesamt ebenso häufig verwendet. Dabei entfielen sieben Nutzungen auf Echelon-Stapler und neun auf solche der Marke EndoGia. In neun Fällen wurden verschiedene Stapler im Rahmen einer Operation genutzt, was die Gesamtzahl  $n=138$  bei einer Kohorte von nur 129 Patienten erklärt.

Eine Übersicht über die Anzahl der im Mittel benötigten Nachladeeinheiten in Abhängigkeit vom genutzten Stapler lässt sich Abbildung 28 entnehmen. Analysiert man, wie viele Ladeeinheiten durchschnittlich im Rahmen einer Operation verbraucht wurden, so zeigt sich, dass die im Mittel benötigten Magazinanzahlen pro Eingriff für

den „Echelon60“, den „Echelon 45“ und den „EndoGia45“ bei zwei liegen (Tab. 7). Einzig für den „EndoGia60“ liegt der Median für die benötigten Magazine bei drei. Durch den Kruskal-Wallis-Test lässt sich die vorliegende Differenz als nicht signifikant einstufen ( $p=0,213$ ). Maximal wurden pro Eingriff neun Nachlademagazine eines Kalibers benötigt.

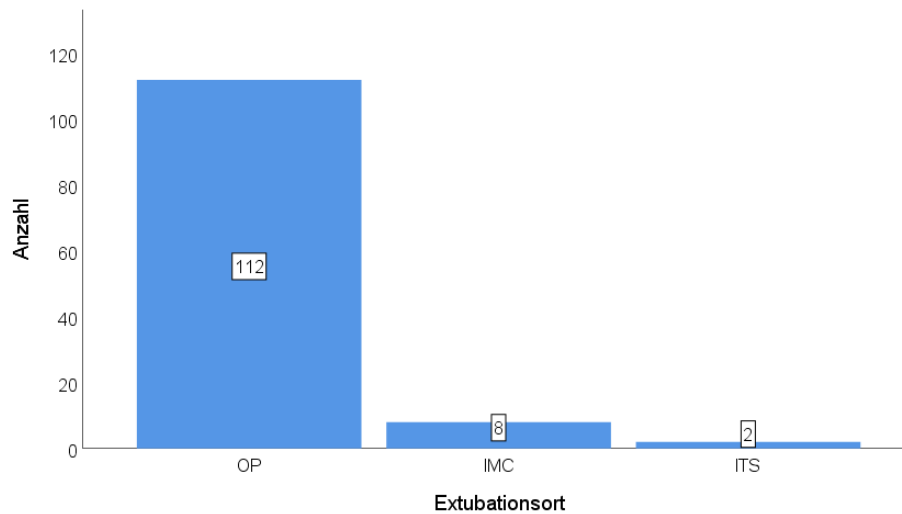


**Abb. 28:** Durchschnittlich benötigte Nachladeeinheiten (eigene Abbildung)

**Tab. 7** Benötigte Nachladeeinheiten

Stapler-Art	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Echelon 60	43	79,8	2,9±1,6	2,0	1/8	2,0/4,0
EndoGia 60	15	10,9	3,3±2,6	3,0	1/9	1,0/5,0
Echelon 45	7	9,3	2,7±2,9	2,0	1/9	1,0/3,0
Endogia 45	9		1,8±0,8	2,0	1/3	1,0/2,5

## 6.8 Extubationsort



**Abb. 29:** Extubationsort (eigene Abbildung)

Um den Zustand der Patienten postoperativ einschätzen zu können, wurde der Ort der Extubation als indirekter Parameter herangezogen (Abb. 29). 87% (n=112) aller mittels VATS Versorgten konnten bereits im Operationssaal extubiert werden. Bei zehn Patienten erfolgte die Entfernung des Beatmungsschlauches im Verlauf auf IMC oder ITS. In aller Regel war eine verzögerte Tubusentwöhnung mit Begleiterkrankungen assoziiert. Achtmal lag eine maligne Grunderkrankung vor. Des Weiteren waren vermehrt Hypertonie und kardiovaskuläre Komorbiditäten in diesem Kollektiv feststellbar. Auch eine strukturelle Vorschädigung der Lunge ließ sich als möglicher begünstigender Faktor zuordnen. In mehr als der Hälfte der Fälle waren die Betroffenen als multimorbide zu klassifizieren.

Eine Nachverfolgung des Verlaufes war für sieben Patienten nicht möglich, die primär durch eine andere Fachdisziplin betreut wurden und auf deren Dokumente kein Zugriff besteht.



## 6.9 Minor- und Majorkomplikationen

Komplikationen waren bei insgesamt 22 Patienten zu verzeichnen. Darunter fielen die in Tabelle acht aufgelisteten Ereignisse:

**Tab. 8** Aufgetretene Komplikationen

Komplikationen	Anzahl	Anteil im Gesamt-kollektiv	Anteil an allen Komplikationen
Reinterventionsnotwendigkeit im Rahmen persistierender oder postoperativ neu aufgetretener Sero-, Hämato-, Pyo- oder Pneumothoraces	9	7,0%	40,9%
Postoperative Notwendigkeit zur CPAP- Therapie	3	2,3%	13,6%
Pneumonieentwicklung postop.	1	0,8%	4,5%
Zwerchfellhochstand	1	0,8%	4,5%
Notwendigkeit zur VAC-Anlage bei Wundinfektion	2	1,6%	9,1%
Exitus letalis	3	2,3%	13,6%
Indikation zur Fremdbluttransfusion	2	1,6%	9,1%
Linksherzinsuffizienz postoperativ	1	0,8%	4,5%

**CPAP** = *continuous positive airway pressure* – Methodik der nicht-invasiven Überdruckbeatmung

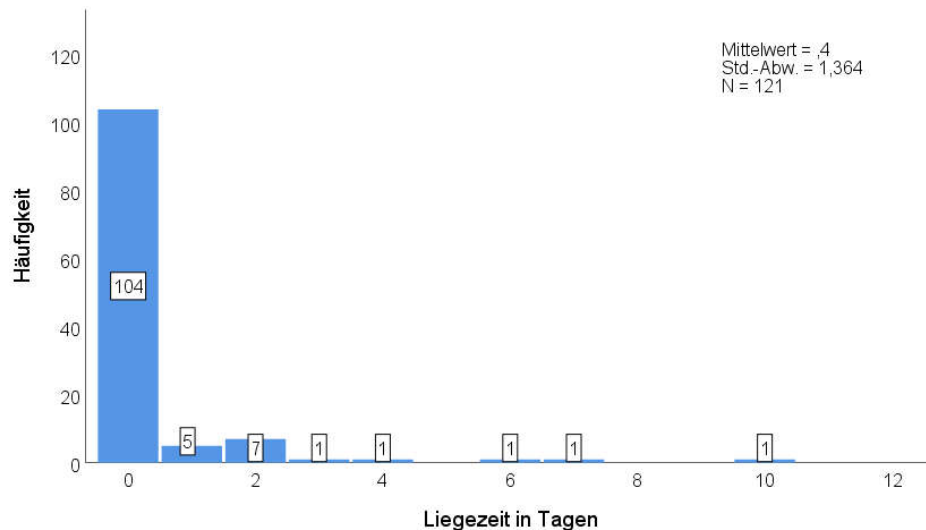
**VAC** = *vacuum assisted closure therapie* – Vakuumbehandlung zur Therapie chronischer Wunden

Neunzehn Fälle wurden als Minor-Komplikationen eingestuft (86,3%). Am häufigsten war die Persistenz oder Neuentstehung von Sero-, Hämato-, Pyo- oder Pneumothoraces zu verzeichnen (n=9), die eine erneute Behandlung notwendig machten. Vor allem bei Eingriffen zu Beginn des Untersuchungszeitraumes kam diese Komplikation gehäuft vor, und trat im Verlauf nicht mehr auf. Für die restlichen Ereignisse ist nur ein sporadisches Vorkommen zu dokumentieren.

Drei Betroffene starben im Rahmen der Operation oder während des postoperativen stationären Aufenthaltes. In zwei Fällen lagen NSCLC im metastasierten Stadium vor. Für einen Patienten war dies bereits die dritte Tumordiagnose. Leberzirrhose im

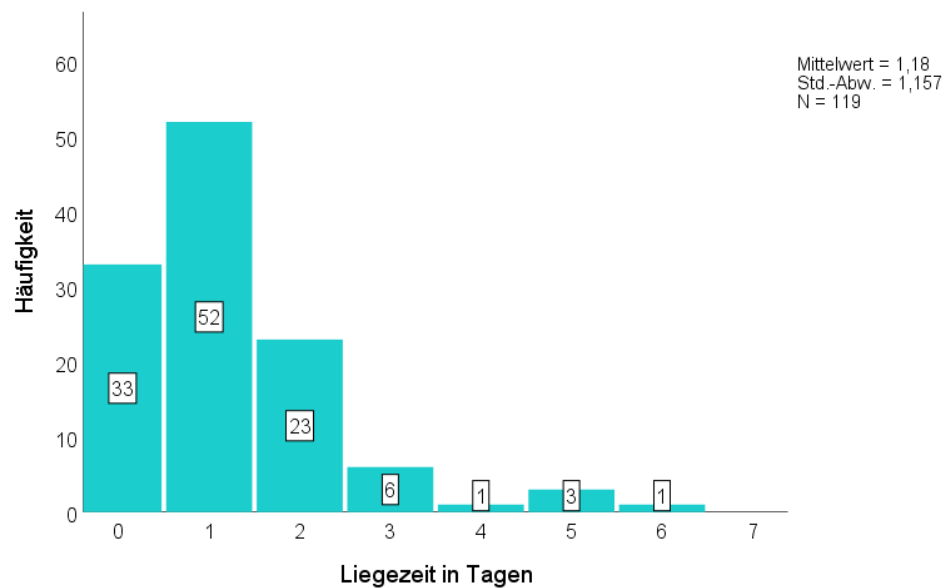
Stadium CHILD C war der führende Krankheitsbefund bezüglich des letzten Todesfalls.

## 6.10 Verweildauer im Gesamtkollektiv



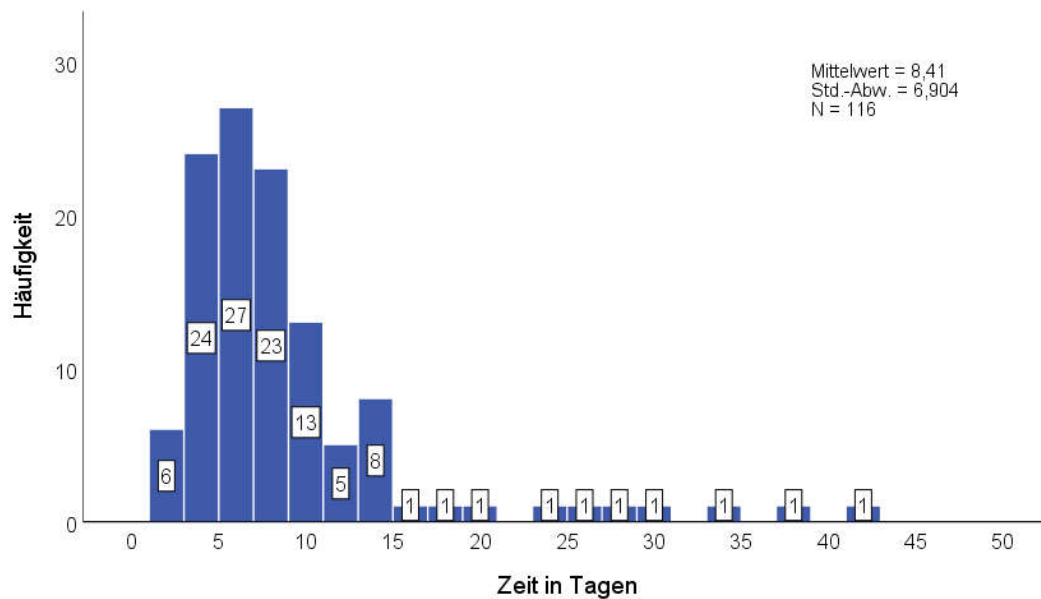
**Abb. 30:** ITS-Verweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung)

Um den Zeitbedarf der Rekonvaleszenz nach einem uniportalen VATS-Eingriff einschätzen zu können, wurde die Verweildauer auf Intensivstation, ebenso wie auf IMC und im Krankenhaus als Indikator herangezogen. Angepasst an die Bedürfnisse der Patienten nach der Operation erfolgt die postoperative Verlegung zu den entsprechenden Stationen. Im Regelfall ist eine Betreuung im „intermediate care“- Sektor vorgesehen. Dies spiegelt sich auch in den Histogrammen auf Abb. 30, 31 und 32 wider. In rund 81% (n=104) der Fälle war ein Aufenthalt auf der Intensivstation nicht notwendig. Der Mittelwert für den ITS-Verweilzeit liegt entsprechend bei  $0 \pm 1,4$  Tagen. Vor allem Patienten, die mehrere Begleiterkrankungen aufwiesen, zeigten nach dem Eingriff Bedarf für eine intensivisierte Überwachung. In 13,2 % (n=17) aller Fälle war eine solche Unterbringung aufgrund des gezeigten klinischen Bildes und einer entsprechenden Konstellation von Risikofaktoren angezeigt. Eine Verweildauer von 1-2 Tagen war für einen Großteil (70,6% n=12) der Operierten ausreichend, um eine ausreichende Stabilisierung zu erlangen und die Verlegung auf Normalstation zu ermöglichen. In Einzelfällen war der Aufenthalt auf ITS länger. In acht Fällen war keine Nachverfolgung der Liegezeit auf der Intensivstation möglich.



**Abb. 31:** IMC-Verweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung)

Für 62,8% (n=81) aller Patienten ist eine Liegezeit von ein bis drei Tagen auf der Intermediate-Care-Station zu dokumentieren, was dem regelhaften Verlauf nach einem VATS-Eingriff entspricht. Dreiunddreißig mal war kein IMC-Aufenthalt zu verzeichnen (25,6%). Dies ist dadurch erklärlich, dass einige Patienten nach dem Eingriff auf eine Intensivtherapie angewiesen waren und andere über den Aufwachraum noch am Operationstag auf die Normalstation zurückverlegt werden konnten. Ein prolongierter Verlauf ist in fünf Fällen zu dokumentieren (4,2%). Betroffene waren multimorbide oder an einem fortgeschrittenen Krebsleiden erkrankt. Durchschnittlich betrug die Verweildauer in der gesamten Untersuchungsgruppe  $1 \pm 1$  Tag. Die postoperative Dokumentation ist für zehn Patienten, aufgrund der Betreuung durch andere Fachbereiche, nicht nachzuverfolgen.



**Abb. 32:** Krankenhausverweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung)

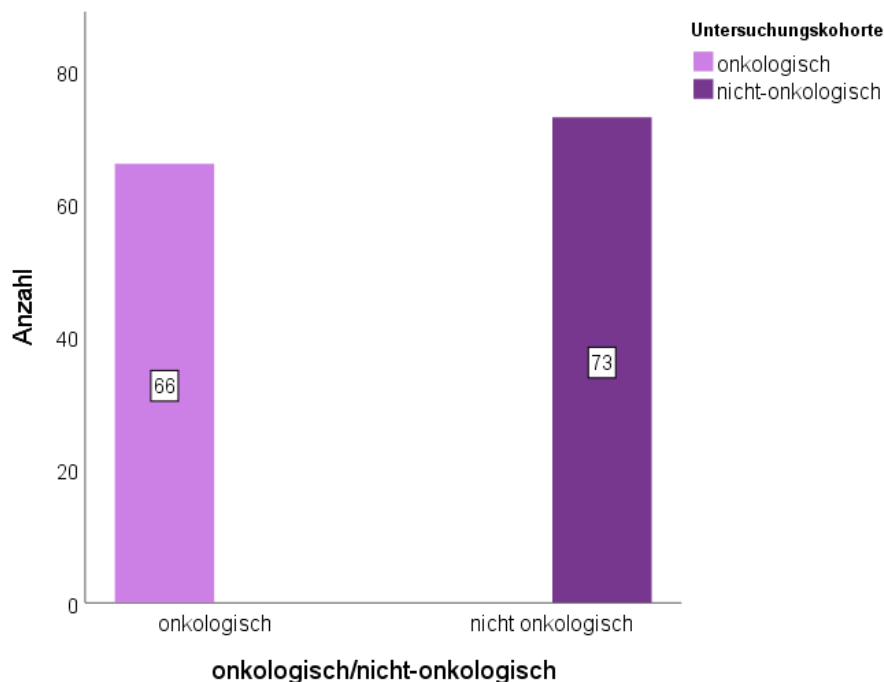
Die Nachverfolgung der Gesamtverweildauer war in 116 der 129 Fälle möglich. Es ergab sich eine durchschnittliche Liegezeit von  $9 \pm 7$  Tagen. 10 Patienten verbrachten mehr als 15 Tage im Krankenhaus und bleiben die Ausnahme (7,8%).

## 6.11 OP-Häufigkeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv

Betrachtet man die Verteilung von malignen und benignen Operationsanlässen, so zeigt sich, dass präoperativ bei 66 Patienten von einer onkologisch bedingten Operation ausgegangen wurde. Dies entspricht einem Prozentanteil von 47,5%. Hingegen wurden 52,5% ( $n=73$ ) der Patienten auf Grundlage einer nicht-onkologischen Indikation behandelt.

Initial liegt somit nahezu eine 1:1 –Verteilung vor, wie in Abbildung 33 dargestellt. Jedoch stellten sich einige Veränderungen, die maligne vermutet wurden, als gutartig oder unspezifisch heraus. In der Folge sinkt der Anteil onkologischer Diagnosen auf etwa 39% ( $n=50$ ).

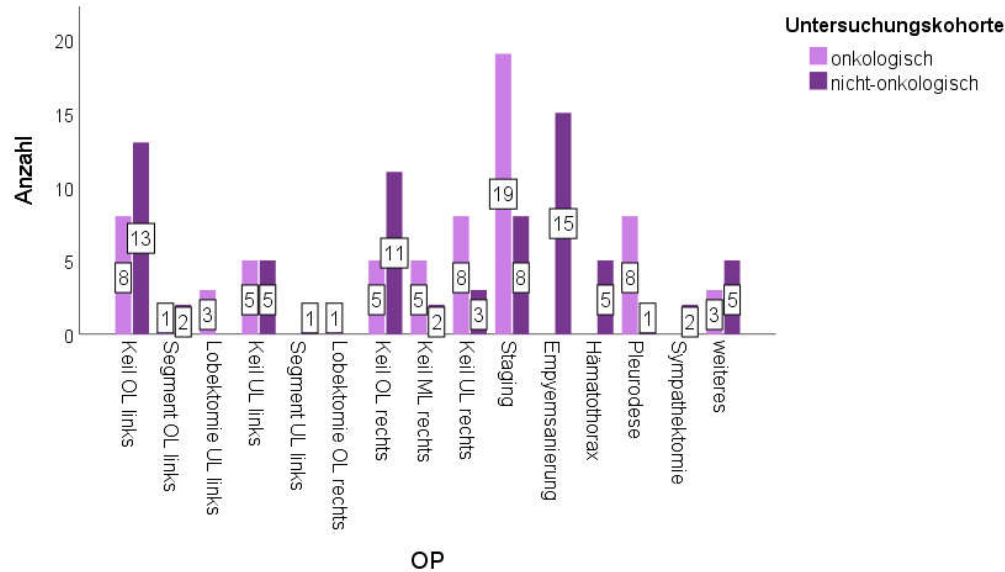
Insgesamt ergibt sich somit ein Verhältnis von 2/5 zu 3/5 bezüglich onkologisch und nicht-onkologisch operierter Patienten.



**Abb. 33:** Verteilung onkologischer und nicht onkologischer Diagnosen vor histologischer Sicherung (eigene Abbildung)

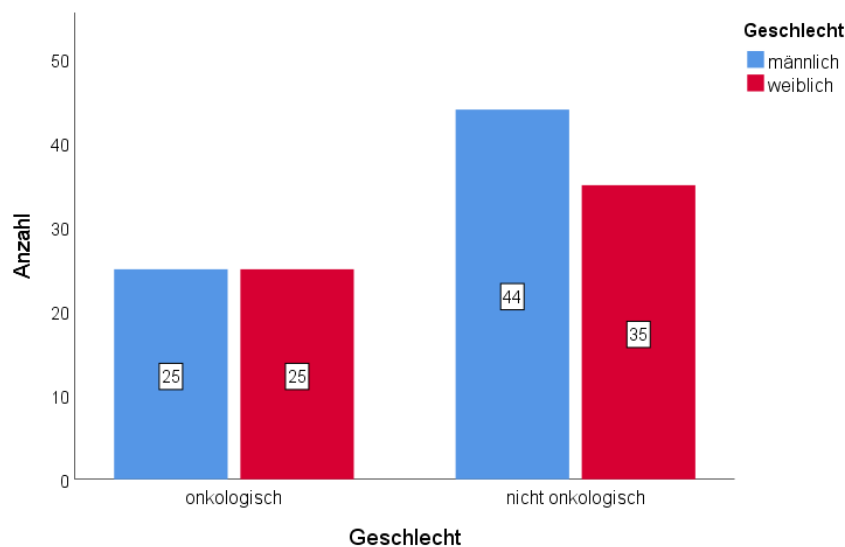
### 6.11.1 Verteilung der Operationshäufigkeit im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv

Die Operationen sind unterschiedlich häufig mit vermutet malignen Geschehen assoziiert, was die untenstehende Abbildung 34 veranschaulicht. Während Keilresektionen im Bereich des Oberlappens überwiegend unter nicht-onkologischer Indikationsstellung durchgeführt wurden, sind derartige Parenchymresektionen im Bereich von Mittel- und Unterlappen rechts zumeist durch den Verdacht auf ein Malignom bedingt. Gleiches gilt für Pleurodesen. Jeder der Lobektomien lag präoperativ der Verdacht auf ein Krebsgeschehen zugrunde, hingegen waren Empyemsanierungen, Hämatothoraces sowie Sympathektomien in diesem Patientenkollektiv einheitlich der nicht-onkologischen Subgruppe zuzuordnen. Staging-OPs fanden sowohl unter onkologischer (n=19) als auch unter nicht-onkologischer (n=8) Indikation statt.



**Abb. 34:** OP-Häufigkeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Behandlungskollektiv (eigene Abbildung)

### 6.11.2 Geschlechterverteilung im onkologischen Kollektiv

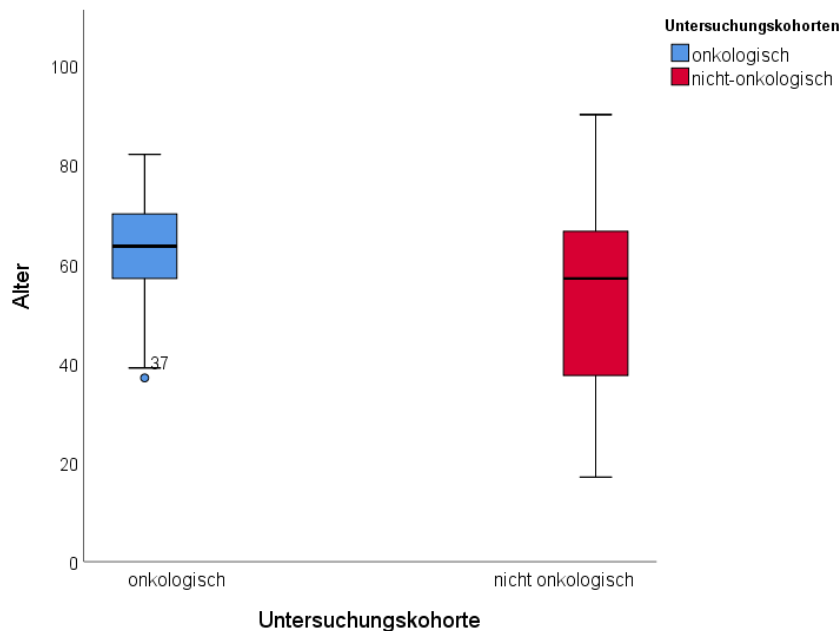


**Abb. 35:** Geschlechterverteilung im onkologischen und nicht-onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung)

Betrachtet man die Geschlechterverteilung im onkologischen Kollektiv (Abb. 35), so liegt eine 1:1-Verteilung von männlichen und weiblichen Patienten vor. In der Gruppe der Patienten, deren Eingriff nicht im Zusammenhang mit einem malignen Geschehen stand, machen die Männer 56% aus, die Frauen 44%. Der durchgeführte Chi-

Quadratetest hinsichtlich der Geschlechtsverteilung fällt nicht signifikant aus ( $p=0,527$ ).

### 6.11.3 Altersverteilung



**Abb. 36:** Altersverteilung im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung)

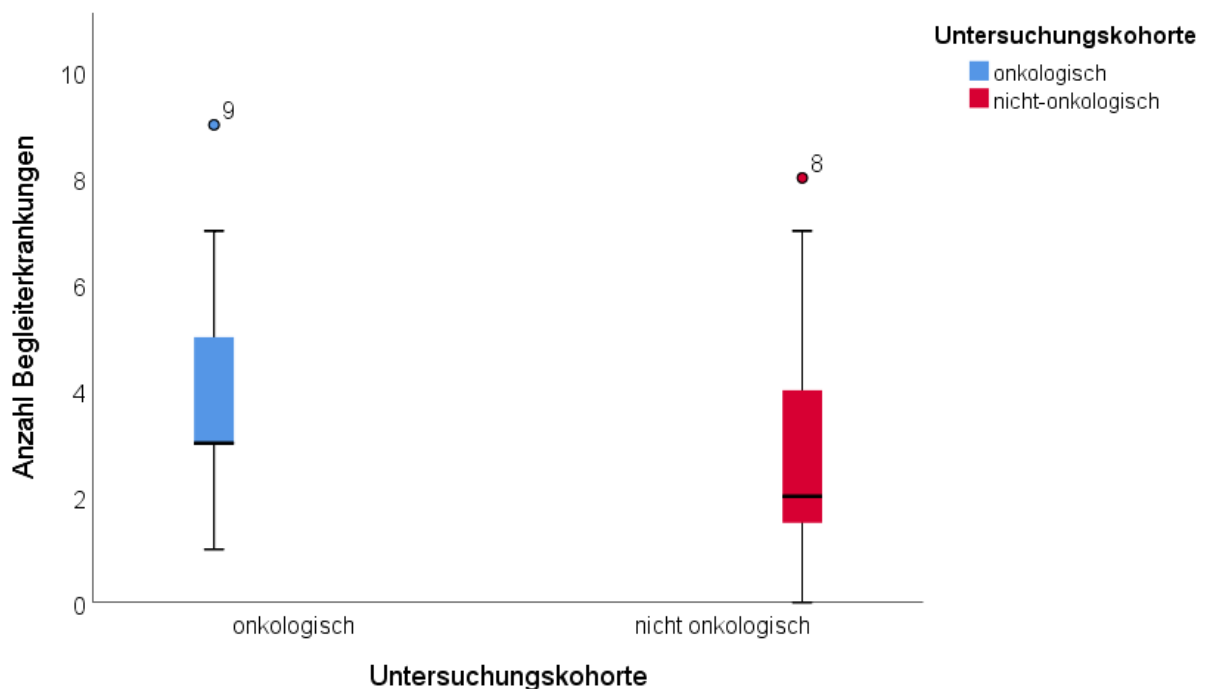
Ein Blick auf die Altersverteilung in Abbildung 36 zeigt, dass die Streuung in der Gruppe der Patienten, die aufgrund eines malignen Geschehens therapiert wurden, kleiner ist als die derjenigen, die im nicht-onkologischen Setting versorgt wurden. Zudem ist ein höheres Durchschnittsalter in der Gruppe der onkologischen Patienten zu konstatieren. Eine Übersicht über die Werte ist der untenstehenden Tabelle neun zu entnehmen.

In beiden Kollektiven ist eine Normalverteilung des Alters anzunehmen, so dass ein T-Test bei ungleichen Varianzen durchgeführt wurde. Das Testergebnis ist mit  $p=0,001$  signifikant.

**Tab. 9:** Altersverteilung im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	62,7±11,1	63,5	37/82	56,5/70,3	Ja
Nicht-onkologisch	53,3±19,1	57,0	17/90	37,0/67,0	Ja

#### 6.11.4 Anzahl der Begleiterkrankungen



**Abb. 37:** Anzahl der Begleiterkrankungen im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung)

Um die Frage beantworten können, ob Patienten, die im Rahmen eines onkologischen Leidens eine VATS erhalten haben, tendenziell mehr Begleiterkrankungen aufweisen und eher als multimorbide einzustufen sind als solche die keine onkologische Indikation zur Operation aufwiesen, gilt es, die Anzahl der Nebendiagnosen sowohl visuell (Abb. 37) als auch in tabellarischer Form (Tab. 10) einem Vergleich zuzuführen.

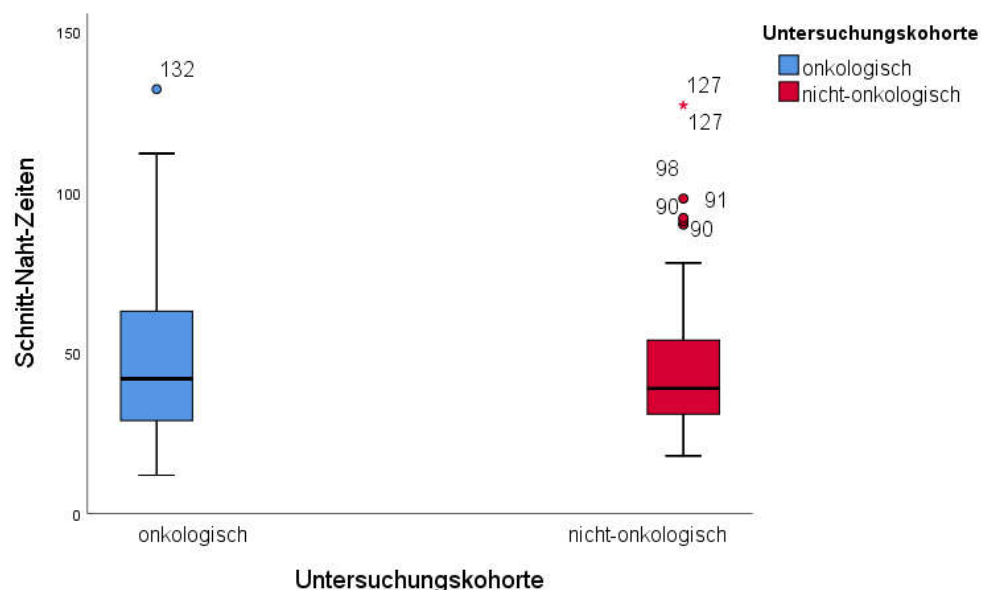


**Tab. 10:** Begleiterkrankungen im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	3,6±1,8	3,0	1/9	2,8/5,0	Nein
Nicht-onkologisch	2,9±2,0	2,0	0/8	1,0/4,0	Nein

Mit Blick auf die Mittelwerte zeigt sich, dass onkologisch bedingt operierte Patienten im Durchschnitt mehr Begleiterkrankungen haben. Auch der Interquartilsabstand, ebenso wie der Median, impliziert eine höhere Krankheitsrate. Der Durchschnittswert liegt über drei, der Median genau bei drei. Für einen Nachweis bezüglich der Signifikanz der eben benannten Unterschiede, die sich auch graphisch in den Boxplots der Abbildung 36 wiederfinden lassen, wurde der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Mit  $p=0,037$  gilt der Unterschied zwischen dem onkologischen und dem nicht onkologischen Kollektiv als signifikant.

### 6.11.5 Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich

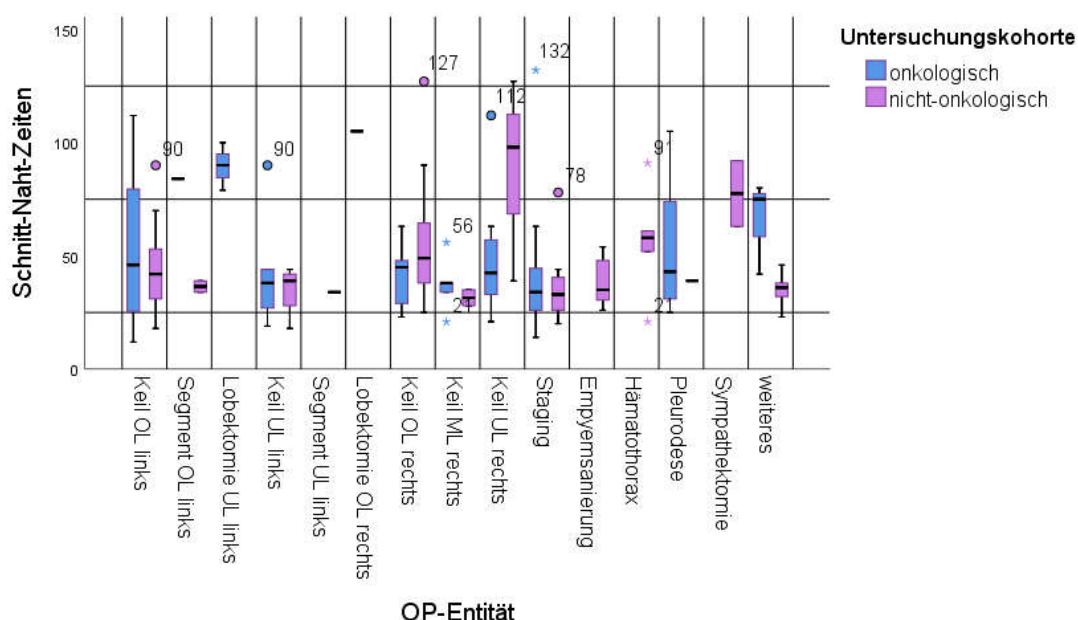
**Abb. 38:** Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung)

Bei Betrachtung der Schnitt-Naht-Zeiten in den beiden Vergleichsgruppen zeigt sich eine ähnlich breite Streuung der Werte (Abb. 38). Auch minimal benötigte Operationszeit sowie maximaler Zeitbedarf für eine Intervention divergieren nicht in promi-

nenter Weise. Eine Übersicht ist Tabelle elf zu entnehmen. Die Ähnlichkeit der Werte lässt sich durch den Whitney-Mann-U-Test bestätigen, der keinen signifikanten Unterschied zwischen den Vergleichsgruppen angibt ( $p=0,709$ ).

**Tab. 11:** Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	49,6±26,2	42,0	12/112	29,0/68,8	Nein
Nicht-onkologisch	44,3±22,4	38,0	16/132	31,0/53,0	Nein



**Abb. 39:** Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung)

Innerhalb der Gruppe, die eine bestimmte OP erhalten hat, lässt sich ein Vergleich zwischen den onkologisch und den nicht-onkologisch operierten Patienten anstellen.

Obgleich in der visuellen Darstellung (Abb. 39) Diskrepanzen zwischen den benötigten Schnitt-Naht-Zeiten der Subgruppen auffallen, lässt sich bei Vergleich der Mittelwerte und Durchführung des T-Tests beziehungsweise des Mann-Whitney-U-Tests kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kohorten konstatieren (Tab.12).

Für einige Operationen, wie beispielsweise:

- Segmentresektion im Unterlappen links
- Lobektomie des Oberlappens rechts sowie des Unterlappens links
- Empyemsanierung
- Hämatothorax
- Sympathektomie

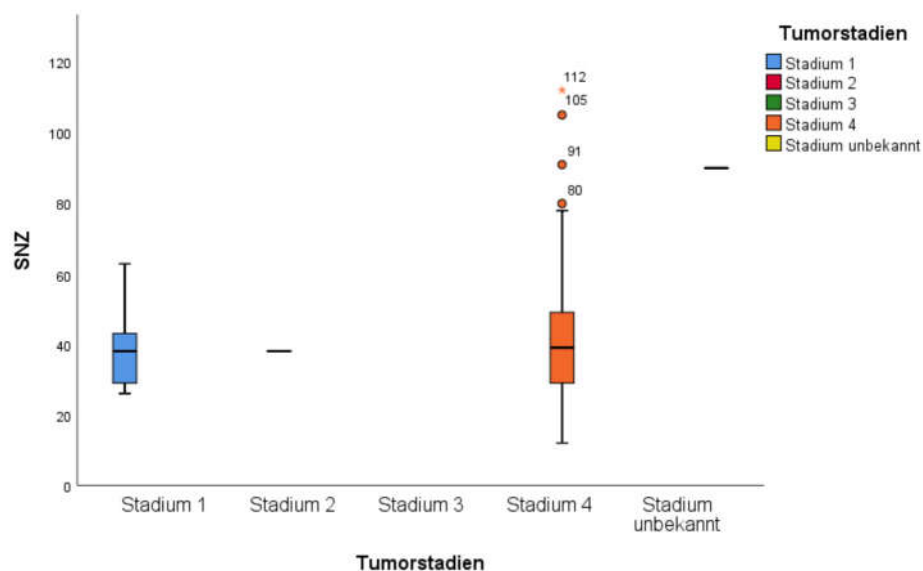
ist ein Vergleich nicht möglich, da die OP teilweise nur in einer der Subgruppen durchgeführt wurde oder die Kohorte zu klein ist, um ein repräsentatives Ergebnis berechnen zu können.

**Tab. 12** Schnitt-Naht-Zeiten der onkologischen und nicht onkologischen Operationen (eigene Darstellung)

Art und Lokalisation der Operation	Mittelwert onkologisch	Mittelwert nicht-onkologisch	Signifikanz	Normalverteilung
Keilresektion OL links	53,3±36,0	44,2±21,0	0,534	Ja
Segmentresektion OL links	84,0±0,0	36,5±3,5	0,667	Nein
Lobektomie UL links	89,7±10,5	-	-	Nein
Keil UL links	43,6±27,7	34,2±11,0	0,500	Ja
Lobektomie OL rechts	105±0	-	-	Nicht beurteilbar
Keil OL rechts	41,6±15,9	57,8±29,3	0,270	Ja
Keil ML rechts	37,4±12,5	31,5±5,0	0,571	Nein
Keil UL rechts	49,8±28,3	88,0±44,8	0,279	Nein
Staging	40,0±25,9	37,1±18,2	0,897	Nein
Pleurodese	53,3±28,2	39,0±0	0,889	Nein
Weiteres	65,7±20,6	35,0±8,4	0,071	Nein
Segmentresektion UL links	-	34,0±0	-	Nicht beurteilbar
Empyemsanierung	-	39,4±10,6	-	Nein
Hämatothoraxsanierung	-	56,6±25,0	-	Ja
Sympathektomie	-	77,5±20,5	-	Nein

**OL**= Oberlappen, **ML**= Mittellappen, **UL**= Unterlappen

### 6.11.6 Schnitt-Naht-Zeiten in Abhängigkeit des Tumorstadiums



**Abb. 40:** Schnitt-Naht-Zeiten (=SNZ) in Abhängigkeit des Tumorstadiums (eigene Abbildung)

Sowohl graphisch (Abb. 40) als auch durch eine rechnerische Analyse lässt sich keine Differenz von Signifikanz bezüglich der Schnitt-Naht-Zeit in verschiedenen Tumorstadien nachweisen (Kruskal-Wallis-Test  $p=0,496$ ). Dennoch sind die durchschnittlichen Operationszeiten von Patienten mit metastasiertem Karzinom etwas länger (Tab 13).

**Tab. 13:** Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen Kollektiv in Abhängigkeit des Tumorstadiums

Tumor-stadium	Häufig-keit	Anteil an allen onko-logischen OPs in %	Mittel-wert	Median	Min/Max	Interquartilsab-stand 25/75
1	7	14%	38,7±12,8	38,0	26/63	27,0/44,0
2	1	2%	38,0	38,0	-	-
3	0	0%	-	-	-	-
4	41	82%	43,7±22,8	39,0	12/112	28,5/49,5
5	1	2%	90,0	90,0	-	-

### 6.11.7 Liegezeiten im Vergleich

Eine tabellarische Übersicht (Tab. 14, 15, 16) über die Liegezeiten auf Intensiv- und Intermediate-Care-Station sowie über die stationäre Verweildauer macht deutlich, dass die Zeiten bis zur Rekonvaleszenz in der onkologischen und der nicht-onkologischen Vergleichsgruppe kaum divergieren. Für die Unterstützung dieser These wurde bei nicht normalverteilten Variablen der Whitney-Mann-U-Test herangezogen: Die p-Werte des Tests zeigen, dass keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der postoperativen Liegedauer und einer onkologischen Intervention hergestellt werden können ( $p > 0,05$ ). Betrachtet man die Liegedauer in der onkologischen Subgruppe in Abhängigkeit vom vorliegenden Malignomstadium, ist ebenfalls keine signifikante Verlängerung der Liegedauer nachweisbar. (Kruskal-Wallis:  $p > 0,05$ )

**Tab. 14** ITS-Verweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	0,4±1,5	0,0	0/10	0,0/0,0	Nein
Nicht-onkologisch	0,4±1,3	0,0	0/7	0,0/0,0	Nein

**Tab. 15:** IMC-Verweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	1,4±1,2	1,0	0/6	1,0/2,0	Nein
Nicht-onkologisch	1,1±1,1	1,0	0/5	0,0/2,0	Nein

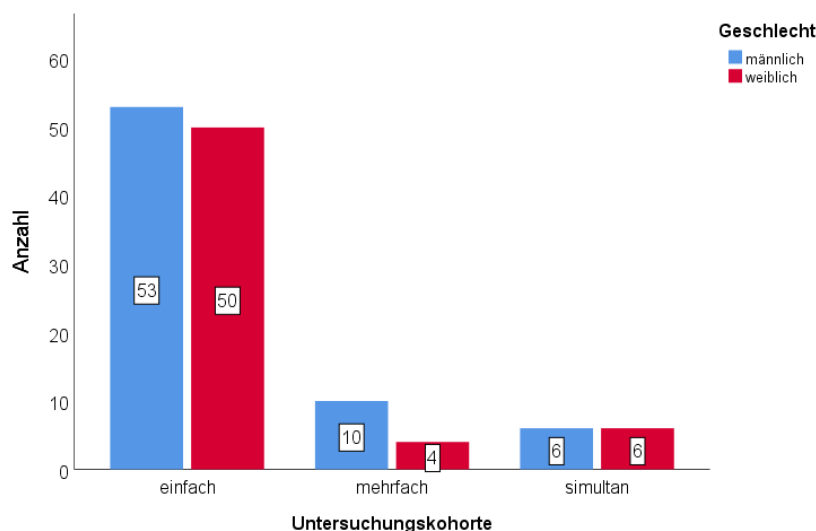
**Tab. 16:** Gesamtverweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75	Normalverteilung
Onkologisch	8,3±6,8	7,0	2/37	25,0/9,0	Nein
Nicht-onkologisch	8,6±7,0	7,0	2/42	4,0/10,0	Nein

## 6.12 Einfach-, Mehrfach-, und Simultan-OPs im Vergleich

### 6.12.1 Geschlechterverteilung

Betrachtet man die Geschlechterverteilung in den Kollektiven (Abb. 41), so zeigt sich ein ausgeglichenes Bild bei den Gruppen der einmalig und simultan operierten Patienten. Einzig die Kohorte, in der mehrmalig Eingriffe durchgeführt wurden, geht mit einer Dominanz des männlichen Geschlechts (71,4%) einher. Frauen hingegen machen nur einen Anteil von 29,6% aus. Um eine signifikante Assoziation zwischen der Gruppenzuteilung und der Häufigkeitsverteilung von Männern und Frauen zu untersuchen, wurde der Chi-Quadrat-Test durchgeführt, dessen Ergebnis ( $p=0,360$ ) einen solchen Zusammenhang nicht bestätigt.



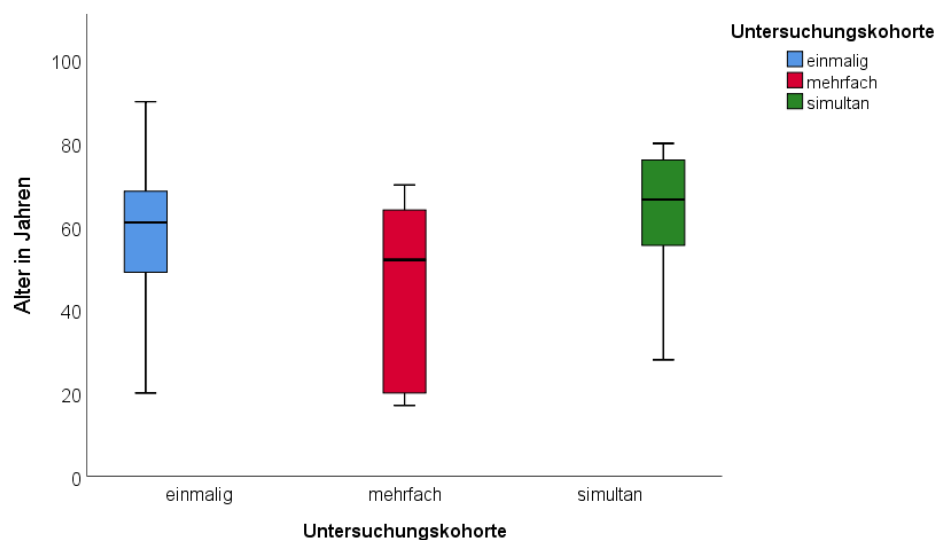
**Abb. 41:** Geschlechterverteilung der EMS-Operierten (eigene Abbildung)

### 6.12.2 Altersverteilung

Die Altersstruktur der drei Gruppen ist in Abbildung 42 visualisiert. Zudem gibt die unten stehende Tabelle 17 einen Überblick über die untersuchten Vergleichsparameter.

Für die Werte der Patienten, die mehrfach oder simultan mithilfe einer VATS versorgt wurden, ist eine Normalverteilung anzunehmen ( $p>0,05$ ). Hingegen lässt sich dieser Schluss für die Kohorte derer, die nur einmal operiert wurden, nicht ziehen.

Bedingt durch diesen Umstand, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet, um festzustellen, dass die Unterschiede zwischen den Gruppen signifikant sind ( $p=0,048$ ). Eine genauere Analyse durch paarweisen Vergleich ergab, dass die Altersstruktur von mehrfach und simultan versorgten Patienten als signifikant verschieden einzustufen ist ( $p=0,046$ ), während eine entsprechende Differenz im Bezug auf die einmalig operierten Patienten nicht festzustellen war ( $p=0,172/0,534$ ).



**Abb. 42:** Altersverteilung der EMS-Operierten (eigene Abbildung)

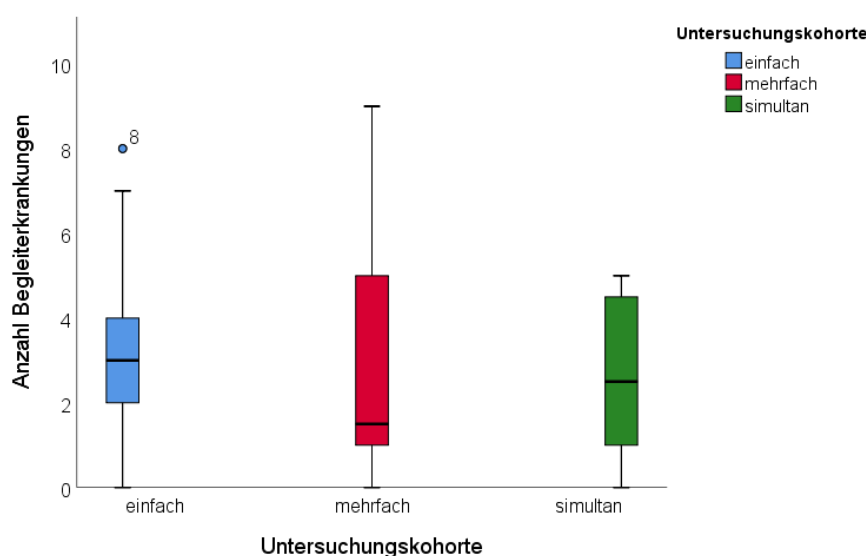
**Tab. 17:** Altersverteilung im EMS-Kollektiv

Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Einmalig Operierte	103	79,8	57,7±16,3	61,0	20/90	49,0/69,0
Mehrfach Operierte	14	10,9	46,21±20,4	52,0	17/70	20,0/64,3
Simultan Operierte	12	9,3	63,3±15,4	66,5	28/80	53,8/76,0

### 6.12.3 Komorbiditäten

Um die Frage zu beantworten, ob eine Assoziation zwischen Mehrfacherkrankungen und der Notwendigkeit zur Re-Operation besteht, ist eine Untersuchung der Patienten der drei Kohorten bezüglich ihrer Nebendiagnosen nützlich. Des Weiteren gilt es, zu hinterfragen, ob ein niedrigeres Krankheitsniveau im Rahmen von Simultaneingriffen erforderlich ist. Die Abbildung 43 stellt den Vergleich der drei Untersuchungs-

gruppen diesbezüglich dar, ergänzende Informationen liefert Tabelle 18. Obwohl eine Differenz zwischen den Krankheitsniveaus zu vermerken ist, ist dieses bei den Patienten, die mehrfach operiert wurden, im Vergleich zu dem der einfach Operierten sogar erniedrigt. Anlass für einen Zweiteingriff waren stattdessen mehrfache Ergussentlastungen im Rahmen einer bestehenden Grunderkrankung, Empyemasanierungen ebenso wie rezidivierende und postoperativ aufgetretene Pneumothoraces und Tumorthérapien nach initialer Diagnosestellung im Rahmen der VATS.



**Abb. 43:** Anzahl der Begleiterkrankungen in den Kollektiven der EMS-Operierten (eigene Abbildung)

Nachdem eine Normalverteilung in den vorliegenden Kollektiven ausgeschlossen wurde, kam der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung. Das Ergebnis zeigte, dass die Differenzen zwischen den Gruppen als nicht signifikant einzuschätzen sind ( $p = 0,108$ ).

**Tab. 18:** Begleiterkrankungen im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung)

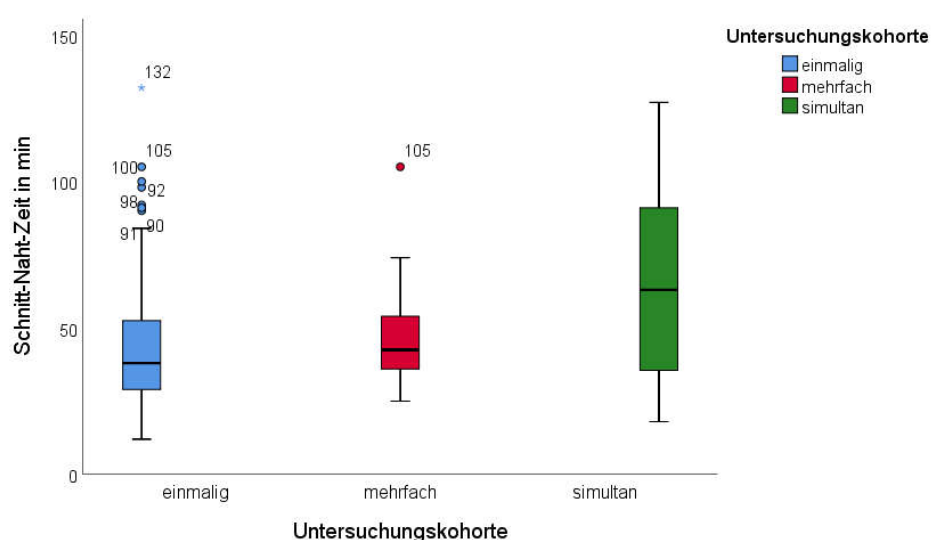
Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Einmalig Operierte	103	79,8	3,3±1,7	3,0	0/8	2,0/4,0
Mehrfach Operierte	14	10,9	2,8±3,0	1,5	0/9	1,0/5,0
Simultan Operierte	12	9,3	2,7±1,9	2,5	0/5	1,0/4,5



### 6.12.4 Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich

Ein Vergleich der Eingriffsdauern wurde von uns durchgeführt, um zu untersuchen, inwiefern sich die Ansprüche der verschiedenen Gruppen bezüglich des intraoperativen Handlings widerspiegeln lassen.

Obgleich die mittlere Schnitt-Naht-Zeit für Simultan-OPs deutlich über denjenigen bei einmaligen Eingriffen oder Re-Operationen liegt, wie sowohl Tabelle 19 als auch Abbildung 44 zu entnehmen ist, lässt sich ein signifikanter Unterschied durch den Kruskal-Wallis-Test nicht nachweisen. ( $p=0,090$ ). Weiterhin ist eine breitere Streuung der Werte im Falle der simultan-operierten-Patienten vorliegend. Der minimale Zeitbedarf variiert hingegen weniger. Die niedrigsten Werte diesbezüglich finden sich im Kollektiv der einmalig durchgeführten Thorakoskopie, die höchsten hingegen in der Gruppe der mehrfach operierten Patienten.



**Abb. 44:** Schnitt-Naht-Zeiten der EMS-Operierten im Vergleich (eigene Abbildung)

**Tab. 19** Schnitt-Nahtzeiten im EMS-Kollektiv

Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert SNZ	Median SNZ	Min/Max SNZ	Interquartilsabstand 25/75 –SNZ
Einmalig Operierte	103	79,8	43,8±21,7	38,0	12/132	29,0/52,8
Mehrfach Operierte	14	10,9	48,4±21,5	42,5	25/105	34,5/56,3
Simultan Operierte	12	9,3	66,0±36,2	63,0	18/127	29,0/92,0

### 6.12.5 Liegezeiten im Vergleich

Vergleicht man die Liegezeiten der Subgruppen, so zeigen sich nur minimale Differenzen bezüglich des postoperativen Verlaufes. Die Tabellen 20-22 liefern eine Übersicht über die erhobenen Werte. Auf den ersten Blick lassen sich keine prägnanten Differenzen zwischen den Gruppen erheben, und auch der durchgeführte Kruskal-Wallis-Test führt zu keinem signifikanten Ergebnis hinsichtlich des Vergleichs der Verweildauer auf ITS ( $p=0,481$ ), IMC ( $p=0,111$ ) und im Krankenhaus insgesamt ( $p=0,584$ ). Führt man eine detaillierte Auswertung der einzelnen Parameter durch, zeigt sich, dass die Liegezeit auf Intensivstation für die einmalig und simultan operierten Patienten durchschnittlich bei null Tagen liegt. Die Patienten, die sich mehrfach einer Thorakoskopie unterzogen, weisen einen minimal verlängerten Zeitraum für den Bedarf einer Intensivüberwachung auf. Diese Differenz spiegelt sich für die Verweildauer auf der Intermediate-care-Station nicht wider. Die Patienten aller Kohorten verbringen hier im Mittel einen Tag. Betrachtet man hingegen die Gesamtdauer des stationären Aufenthaltes, liegt der Mittelwert für die mehrfach Operierten bei einem Tag mehr als für die anderen Kollektive. Somit schwankt der durchschnittliche Gesamtaufenthalt in der Dauer zwischen 8 und 9 Tagen.

**Tab. 20:** ITS-Verweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Einmalig Operierte	103	79,8	0,4 ±1,4	0,0	0/10	0,0/0,0
Mehrfach Operierte	14	10,9	0,6±1,2	0,0	0/4	0,0/0,8
Simultan-Operierte	12	9,3	0,3±0,6	0,0	0/2	0,0/0,0

**Tab. 21** IMC-Verweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Einmalig Operierte	103	79,8	1,3±1,2	1,0	0/6	0,3/2,0
Mehrfach Operierte	14	10,9	0,6±0,7	0,5	0/2	0,0/1,0
Simultan-Operierte	12	9,3	1,2±1,0	1,0	0/3	0,0/2,0

**Tab. 22:** Gesamtverweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung)

Subgruppe	Anzahl	Anteil in %	Mittelwert	Median	Min/Max	Interquartilsabstand 25/75
Einmalig Operierte	103	79,8	8,5±7,1	7,0	2/42	5,0/10,0
Mehrfach Operierte	14	10,9	8,7±4,3	7,0	4/14	4,3/13,0
Simultan-Operierte	12	9,3	8,4±7,9	6,0	2/27	3,0/8,0

### 6.13 Regressionsuntersuchungen

Eine weitere Validierung der bisherigen Untersuchungsergebnisse für die onkologische / nicht onkologische Kohorte sowie die EMS- Kohorte erfolgte mittels multiplen linearen Regressionen. Hierbei wurden die Schnitt-Naht-Zeit sowie die Liegedauern auf ITS, IMC und die Krankenhausverweildauer als abhängige Variablen definiert. Der Einfluss von Geschlechtsverteilung, Altersstruktur, Mehrfach- und Simultaneingriffen beziehungsweise Operation aufgrund eines Malignoms wurde für die Subgruppen als potentielle Störvariablen eruiert und entsprechend als unabhängige Variablen klassifiziert.

Die Werte für das adjustierte Bestimmtheitsmaß sind vor allem für die Untersuchungen der onkologischen und nicht onkologischen Kohorte sehr niedrig ( $\text{adj. } R^2 < 0,1$ ), entsprechend erklären die angenommenen Störvariablen die Varianz der Werte nur in sehr geringem Ausmaß.

In den Kollektiven der einfach, mehrfach und simultan operierten Patienten lassen sich in der Summe höhere Werte für das adjustierte  $R^2$  finden. Eine Übersicht liefert Tabelle 23:

**Tab. 23:** Übersicht über die adjustierten Bestimmtheitsmaße für das EMS-Kollektiv

abhängige Variable Kohorte	SNZ	IST	IMC	Gesamtverweildauer
Einfach	0,039	0,032	-0,16	0,027
Mehrfach	0,135	0,319	0,248	0,509
Simultan	0,431	0,355	-0,077	-0,505

Während die analysierten Störgrößen in der Gruppe der einmalig thorakoskopierten Patienten nur geringen Einfluss auf die Varianz der abhängigen Variablen zu nehmen scheinen, zeigt sich eine gute Korrelation in den Gruppen der mehrfach und simultan operierten Patienten.

Bei Betrachtung der unabhängigen Variablen lassen sich einige wenige als signifikant herausarbeiten. Beispielsweise lässt sich feststellen, dass eine Re-Operation oder ein simultan durchgeführter Eingriff in der Gruppe der Patienten, die aufgrund einer malignen Erkrankung thorakoskopierte wurden, zu einer signifikanten Verlängerung der Schnitt-Naht-Zeit geführt hat ( $p=0,016$ ). In der Vergleichsgruppe der Patienten ohne onkologische Diagnose ließ sich das Geschlecht als Störgröße nachweisen: Frauen hatten im Schnitt eine signifikant kürzere Schnitt-Naht-Zeit ( $p=0,037$ ). Im Hinblick auf die Liegedauer der mehrfach operierten Patienten ließ sich das Alter als Einflussfaktor bestätigen.

## 7 Diskussion

Die Endoskopie hat im chirurgischen Fachgebiet hohen Stellenwert erlangt. Wurden Eingriffe an der Lunge in der Vergangenheit häufig von Internisten durchgeführt, so war dies nur aufgrund der geringen Invasivität der zu diesem Zeitpunkt durchgeführten Prozeduren möglich (Nakhosteen et al. 2009).

Im Zuge des technischen Fortschritts wurden zunehmend invasivere Eingriffe an Lunge und Brustkorb realisiert. Die thoraxchirurgische Profession ist somit als noch sehr jung zu erachten. Ihre Legitimation erhält sie durch die stetige Zunahme der operativ therapierbaren Lungenpathologien in jüngster Zeit (Hoffmann und Dienemann 2009). Größte Aufmerksamkeit erhielt bis jetzt die Manifestation der *video assisted thoracic surgery* im klinischen Alltag. Anfangs wurde über drei Zugänge operiert. Petersson und Hansen aus Dänemark haben den Zugangsweg im Verlauf modifiziert, um ein leichteres Arbeiten möglich zu machen. Obgleich zu Beginn Kritik laut wurde, vor allem, was das Komplikationsmanagement unter diesem Verfahren anging, konnte durch fortlaufende Studien gezeigt werden, dass der multiportale Zugangsweg sicher, effizient und der Thorakotomie sogar überlegen ist (Al-Ameri et al. 2018). Im Verlauf hat vor allem Diego Gonzales-Rivas den Fortschritt der minimalinvasiven Thoraxchirurgie vorangetrieben. Er nutzt nur einen Port, um im intrathorakalen Raum operieren zu können und erzielt exzellente Ergebnisse (Gonzalez-Rivas et al. 2017). Bisher gibt es viele diese Thematik betreffende und publizierte Datensätze. Für Operateure mit entsprechender Expertise ist die Anwendung möglich und unproblematisch, zudem sind viele Vorteile für den Patienten zu konstatieren (Abouarab et al. 2018, Smith et al. 2015).

Heute gilt die *video assisted thoracic surgery* als offeriertes Verfahren zur Behandlung von NSCLC (Detterbeck et al. 2013, Howington et al. 2013). Die meisten derartigen Empfehlungen zielen bisher auf die triportale Eingriffsform. Erste Untersuchungsgruppen haben nun einen Vergleich zwischen tri- und uniportaler Technik angestellt und kommen zu der Schlussfolgerung, dass die uniportale VATS als gleichwertig, womöglich sogar überlegen zu erachten ist, was die Operation im onkologischen Setting angeht (Wang et al. 2018, Yang et al. 2018). Grallert et. al hingegen verglichen das uniportale Vorgehen bei NSCLC-Patienten mit der konventionellen

Lobektomie (Grallert et al. 2013). Die Ergebnisse ihrer Untersuchung implizierten Vorteile für die Patienten hinsichtlich des postoperativen Schmerzniveaus, der Komplikationsraten und der Drainageverweildauer. Weiterhin gibt es Publikationen, wie die von Fernandez-Pineda et al., welche die Möglichkeiten, die uniportale VATS im Kontext pädiatrischer Behandlungen anzuwenden, erörtern. Dies zeigt, wie sich die mittels Videothorakoskopie versorgte Patientenklientel zunehmend erweitert (Fernandez-Pineda et al. 2018). Zudem ist das Verfahren nicht nur für die Versorgung von Pathologien des Lungenparenchyms geeignet, sondern wird auch im Rahmen der Thymombehandlung und zur Sympathektomie angewendet. Marcello Migliore beschreibt in seinem Paper „Uniportal, single incision VATS for the sceptics“, dass für Ösophagus-Karzinome im frühen Stadium eine uniportale thorakoskopisch-chirurgische Behandlung durchgeführt wurde, die Hoffnungen für die Zukunft macht (Migliore 2018).

Die genannten Entwicklungen machen deutlich, dass das Streben danach besteht, zunehmend komplexere Eingriffe mithilfe der minimalinvasiven Technik durchzuführen. Trotz all dieses Fortschritts sowie der Popularität des Verfahrens fehlt ein eindeutiger Beweis für die Überlegenheit der uniportalen *video assisted thoracic surgery*. Die bisherigen Publikationen diesbezüglich stellen zumeist Erfahrungsberichte einzelner Institutionen dar, die ihre eigenen, zumeist recht kleinen Patientenkollektive analysieren

Die Anwendbarkeit der uniportalen VATS für das Patientenklitorium der thoraxchirurgischen Abteilung am UKJ wurde bereits in einer vorangegangenen Arbeit belegt. Es hat sich in der Folgezeit in unserem Haus als Standardmethode etablieren können. Nun stellt sich die Frage, ob diese Eingriffsform für alle Patienten gleichermaßen geeignet ist. Besonderes Interesse erfuhren in diesem Zusammenhang Patienten, bei denen eine Krebserkrankung Anlass für die Operation war. Zudem wurde ein weiterer Schwerpunkt auf die Untersuchungsergebnisse von Patienten gelegt, die mehrfach oder simultan operiert wurden. Ziel der Arbeit soll es sein, die Gleichwertigkeit der Behandlung mittels uniportaler VATS auch für Schwerstkranke zu hinterfragen. Im Zuge der Datenauswertung zeigte sich, dass eine Therapie der multimorbiden Patienten nicht nur möglich ist, sondern sogar ebenbürtige Ergebnisse liefert, im Vergleich zur Behandlung weniger komplexer Fälle. Die Forschungsgruppe um Wang G hat im Zusammenhang mit onkologischen Resektionen ähnliche Ergebnisse

vorgestellt (Wang et al. 2018). Folglich lässt sich die uniportale videoassistierte Chirurgie durch die thoraxchirurgische Abteilung des UKJ auf eine breite Patientenklientel anwenden. Gleichzeitig ist es möglich, selbst im Falle komplex erkrankter Personen die Qualität der Therapie zu gewährleisten.

## **7.1 Vorteile der uniportalen VATS-Technik**

Der Trend, minimalinvasiv zu arbeiten, hat sich im Bereich der Thoraxchirurgie vor allem durchsetzen können, weil es gelang, die Überlegenheit der VATS gegenüber der Thorakotomie nachweisen (Mehrotra und Arthur 2018). Für diesen Vergleich wurden zumeist Daten triportaler Operationen herangezogen.

Mit der Etablierung der single port-Technik gewann die Frage nach der Superiorität dieser Methodik über das triportale Verfahren zunehmend an Bedeutung. Initial fiel der Nachweis dieses Sachverhaltes schwer, was beispielsweise die Arbeit von Young et. al. aus dem Jahr 2015 zeigt (Young et al. 2015). Mit der Durchführung von Metaanalysen war die Überlegenheit der uniportalen VATS bezüglich des postoperativen Verlaufes sicher nachweisbar (Yang et al. 2018).

Verschiedene Parameter wurden berücksichtigt, um diese These zu erörtern. Initial wurde aufgrund der vorteilhaften geometrischen Verhältnisse im Situs eine kürzere Operationsdauer bei der uniportalen als bei der multiportalen VATS vermutet. Diese Annahme ließ sich jedoch nicht bestätigen, was am ehesten auf ein erschwertes Instrumentenhandling zurückzuführen ist. Die Effekte scheinen sich in ihrer Gesamtheit nahezu auszugleichen. Die räumlichen Verhältnisse beim uniportalen Vorgehen, die in etwa denen bei einem offenen chirurgischen Eingriff entsprechen, ermöglichen ein gutes intraoperatives Management, was sich in den geringeren Blutungsmengen und einem verminderten Auftreten an Komplikationen widerspiegeln lässt. Postoperativ gaben uniportal versorgte Patienten ein geringeres Schmerzniveau an, zudem sank die Gesamtmorbidität signifikant. Auch eine schnellere Entfernung der Drainage, die intraoperativ regelhaft angelegt wurde, ließ sich nachweisen. (Harris et al. 2016, Yang et al. 2018)

Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Veränderungen darauf zurückführen lassen, dass der uniportale Zugang einen kleineren Gewebsschaden induziert und in der Folge eine niedrige Cytokinausschüttung, assoziiert mit einer geringeren Entzün-

dungsreaktion, auftritt (Nagahiro et al. 2001). Vor allem ist die Lokalisation des Zugangs im Bereich der vorderen Axillarlinie (4. und 5. ICR) als Vorteil anzuführen, da er mit einem niedrigen Risiko für Nervenkompression und ausgeprägte Muskelschädigung einher geht.

In der Summe erleichtern diese Aspekte die frühe postoperative Mobilisierung im Sinne des „fast track“-Konzeptes. Außerdem ist eine schnellere Rekonvaleszenz der Patienten zu verzeichnen, die sich von einem weniger invasiven Eingriff erholen müssen. Dadurch ist das Verfahren auch für Patienten geeignet, die der Belastung einer Thorakotomie nicht standhalten würden (Qiang et al. 2015).

Der ästhetische Aspekt der „single incision“ VATS sollte nicht außer Acht gelassen werden. In aller Regel favorisieren Patienten den Eingriff mit dem besseren kosmetischen Ergebnis, wenn sich in sonstigen Aspekten keine qualitativen Unterschiede ergeben.

Nicht nur der Patient profitiert von der Umstellung auf das uniportale Verfahren. Durch die schnellere Genesung und die damit verbundene kürzere Liegedauer im Krankenhaus, aber auch auf Intensiv- und IMC-Station, lassen sich Kosten einsparen. Diese kommen den Kliniken als wirtschaftliche Institutionen zu Gute, könnten im großen Stil durchgeführt jedoch auch das Gesundheitssystem im Allgemeinen entlasten (Salati et al. 2008).

Zusammenfassend lässt sich die uniportale VATS als ein sicheres, ökonomisches und patientenfreundliches Verfahren einstufen.

## **7.2 Nachteile der uniportalen Technik**

Obgleich das Verfahren der videoassistierten thorakoskopischen Chirurgie zunehmend Akzeptanz erfährt, gibt es auch einige Schwierigkeiten, die mit der neuen Operationstechnik einhergehen.

Vor Allem die räumliche Enge aufgrund der schmalen Zugangsinzision bereitet häufig Probleme hinsichtlich des Instrumentenhandlings. Die möglicherweise entstehenden Interferenzen können eine Verlängerung der Operationszeit zur Folge haben. Zusätzlich wird die Sicht über das Kamerasystem durch die verkeilten Instrumente eingeschränkt. (Yang et al. 2018)



Aus der Erfahrung der Operateure an unserem Klinikum lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die Nutzung der Stapler im 3D-System des Hemithorax ständig neu angepasst und geübt werden muss. Die routinemäßige Nutzung der Stapler in einer bestimmten Technik ist aufgrund der jeweils individuell vorliegenden Anatomie nicht ableitbar. Sihoe hat 2014 in seinem Paper “The evolution of minimally invasive thoracic surgery: implications for the practice of uniportal thoracoscopic surgery” eben diese Problematik beschrieben, die wir ähnlich bewerten. Gerade bei älteren Patienten mit Sklerose können zu frühe Manöver und Schädigung der adventitialen Schicht zu intraoperativen Komplikationen führen. Expertise und Erfahrung in tri- bis uniportaler VATS sind Voraussetzung, um den Anforderungen dieses Eingriffes gerecht zu werden. Wir können die Technik in unserer Klinik umsetzen. Im analysierten Patientenkollektiv fanden wir keine Schädigung der Arteria pulmonalis, mit Notwendigkeit zur Konversion und Pneumektomie. In der Literatur sind vergleichbare Darstellungen nicht zu finden. Insgesamt verzeichnet man eine unkritische Analyse im Schrifttum von Komplikationen der uniportalen Thorakoskopie. Dies geht bis dahin, dass durch Diego keine Komplikationen in seinen Literaturarbeiten (Li et al. 2018, Gonzalez et al. 2011) benannt werden. Wir sehen das kritisch. Keine venösen, arteriellen und Bronchiallecks, aber Parenchymlecks und prolongierte Fistelung sind für den postoperativen Verlauf unseres Patientenkollektives zu nennen. Des Weiteren traten auch prolongierte Ergüsse und Wundheilungsstörung der interkostalen Inzision auf.

Als mögliche Lösung für das Problem des Impingements schlagen Li und Calvin im Jahr 2016 in einer Publikation das *wireless steerable endoscope* vor, das ein „*fencing*“ der Instrumente verhindern soll, zudem keine Kabel benötigt und somit das Handling vereinfacht (Li und Calvin 2016).

Obwohl ein ständiger Progress in der Komplexität von VATS-Operationen zu verzeichnen ist, kann die Läsion ein Ausschlusskriterium für den Einsatz der minimalinvasiven Technik darstellen. So werden unter anderem Tumoren in zentraler Lokalisation unter Einschluss von großen Gefäßen oder Luftwegen problematisch eingeschätzt. Ebenso können Geschwüre, die die Brustwand infiltrieren oder besonders große Tumoren zu Limitationsfaktoren werden (Augustin und Schmid 2018). Dennoch gibt es einige Arbeiten, die eine Überlegenheit der minimalinvasiven Vorgehensweise im Falle progredienter Tumorleiden proklamieren. Unter den Autoren be-

steht die Annahme, dass schwerkranke Patienten einem offenen Eingriff nicht mehr standhalten könnten (Mei et al. 2018).

Analysiert man die Argumentation der jeweiligen Autoren, wird deutlich, dass sich ihre Positionen keinesfalls ausschließen. Aufgrund des technisch hohen Anspruchs sowie der Wichtigkeit einer adäquaten Resektionsradikalität ist ein Maximum an Expertise Voraussetzung, um derartig komplexe OPs erfolgreich zu vollführen. Als Quintessenz dieser Debatte lässt sich festhalten, dass die durchgeführten Eingriffe an die Fähigkeiten und die Erfahrung des Operators angepasst erfolgen sollten (Lucciarini et al. 2018). An unserem Klinikum wird die Verteilung der Eingriffe entsprechend gehandhabt. Die Routine für eine bestimmte Operation ist Voraussetzung für die Befugnis, sie durchführen zu dürfen. Der Lernprozess wird durch Supervision begleitet. Eine exakte präoperative Evaluation der Patienten gewährleistet eine korrekte Zuordnung zum minimal-invasiv versorgbaren Kollektiv. Spiegel für diesen Sachverhalt ist die Konversionshäufigkeit, die in unserer Untersuchungsgruppe bei 0 liegt. Dementsprechend waren alle Patienten über das ausgewählte Verfahren gut zu versorgen. In Vergleichskollektiven lassen sich deutlich höhere Konversionsraten verzeichnen, was sich möglicherweise auf einen unzureichenden Übungsstatus zurückführen lässt (Chung et al. 2015). Entsprechend konnte Xiao Li MD et.al. in einer Untersuchung 2014 zeigen, dass die Häufigkeit von Konversionen mit zunehmender Routine im Verfahren zurückgeht (Li et al. 2014).

Lange wurde die Notwendigkeit spezieller Instrumente als Nachteil für die Anwendung der videoassistierten Thorakoskopie aufgeführt, da sie einen hohen Kostenpunkt ausmachen und somit gerade für kleine Häuser eine Einschränkung in der Anwendbarkeit der Methodik bedeuten könnten. Eine grundsätzliche Ausstattung mit solchem Instrumentarium ist stets Voraussetzung, um eine ausreichende Exploration des Operationsgebietes zu ermöglichen. Allerdings empfiehlt Sihoe, den Wandel vom tri- zum uniportalen Verfahren mit vertrautem Instrumentarium zu vollziehen, sodass keine Neuinvestition notwendig ist, wenn die Uniport-Methodik erlernt wird. Zudem ist die Ausstattung heute in den meisten Kliniken prinzipiell vorhanden (Sihoe 2014, Sihoe 2016b).

Die Diskussion bezüglich der Instrumente wird jüngst auf einer neuen Ebene geführt. Zur Debatte stehen der ökonomische und qualitative Aspekt der Instrumentarien. Manuell zu bedienende sowie Akku-Stapler wurden verglichen.

Lag im Vorhinein die Vermutung nahe, dass die akkubetriebenen Klammernahtgeräte höhere Ausgaben verursachen würden, zeigten die Studien ein gegenteiliges Ergebnis. Sowohl die Hospitalisierungskosten insgesamt, aber auch die Ausgaben für das Instrument selbst waren niedriger anzusetzen als bei der manuellen Version. Weitere Vorteile, die sich im Vergleich der beiden Marktführer Ethicon und Medtronic manifestieren ließen, waren eine verkürzte Gesamtverweildauer, eine niedrigere Rate an Blutungskomplikationen sowie ein einfacheres Handling der Akku-Stapler (Cagini et al. 2018, Miller et al. 2018).

Die Verwendung der Stapler in unserem Haus entspricht somit den Ergebnissen aktueller klinischer Forschung. Die von uns mehrheitlich verwendeten Klammernahtgeräte sind akkubetriebene Instrumente der Firma Echelon.

Um Insuffizienzen der Nahtreihen zu vermeiden, ist die an Struktur von Bronchialgewebe und Gefäßen angepasste Anwendung der Stapler Voraussetzung. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten traten entsprechende Komplikationen in unserem Kollektiv nicht auf. Die Anzahl der verwendeten Staplermagazine in der vorliegenden Untersuchung, die im Durchschnitt bei zwei bis drei liegt, spiegelt den korrekten Einsatz der Geräte ebenfalls wider.

Ein weiterer Aspekt, den es im Kontext mit der videoassistierten Thorakoskopie zu berücksichtigen gilt, ist die Tatsache, dass ein solcher Eingriff auf ein gut funktionierendes Team angewiesen ist. Bei unzureichendem Übungsstatus ist sonst mit Störungen des Handlungsablaufes zu rechnen, die sowohl den Verlauf als auch das Ergebnis der Operation einschränken können. Eine stetige Kameraführung durch den Assistenten ist Voraussetzung für das effektive und korrekte Hantieren mit den Instrumenten. Dementsprechend müssen sowohl Assistent als auch Operateur ausreichend geschult sein. Die besondere Schwierigkeit bezüglich des uniportalen Verfahrens liegt im großen Bewegungsspielraum der Kamera in der Inzision sowie in der kurzen Distanz zur Zielläsion. Folglich kann es schnell zur Sichteinschränkung durch Blutauflagerungen auf der Linse kommen. Um eine gute Zusammenarbeit zu ermöglichen, wird am UKJ die Schulung des Assistenten durch einen erfahrenen Operateur übernommen. Wie von Sihoe empfohlen, sind klare verbale Ansagen das zentrale Instrument der Lenkung, da eine motorische Führung nicht immer erfolgen kann. Als besonders hilfreich im Umgang mit der 30-Grad-Optik der Kamera hat sich die An-

wendung des „Ziffernblatt-Systems“ erwiesen, die die adäquate Ausrichtung im Situs erleichtert (Sihoe 2014).

Obgleich die videoassistierte thorakoskopische Chirurgie als sehr schonend einzuschätzen ist, gibt es Mindestvoraussetzungen, ohne deren Erfüllen die Operation nicht durchführbar ist: Die Lungenfunktion der Patienten muss ausreichen, um eine Oxygenierung mittels Einlungenventilation zu tolerieren. Eine präoperative Lungenfunktionstestung in unserem Haus soll das Auftreten postoperativer Komplikationen vermeiden. Wir setzten, wie in der Literatur empfohlen, für eine Zulassung zur Operation eine Mindest-FEV<sub>1</sub> von 0,8l voraus (Busch et al. 2017). Zusätzlich wird eine weitere Einschätzung des Patienten durch die anästhesiologische Abteilung unserer Klinik vorgenommen, um eine sichere Durchführung der VATS gewährleisten zu können. Lassen die anatomischen Voraussetzungen keine Intubation mittels Doppellumentubus zu, ist die Belüftung von nur einer Lunge mithilfe eines Easy-Blocker-Systems möglich, so dass anatomische Gegebenheiten nicht als Kontraindikation für die Durchführung einer videoassistierten Thorakoskopie zu werten sind.

Es bestehen einige Veröffentlichungen, die „non intubated“ VATS als Möglichkeit sehen, Patienten diesem Eingriff zuzuführen, wenn sie eine Allgemeinanästhesie nicht tolerieren. Aus anästhesiologischer Sicht bietet dieser Ansatz Erleichterung, für den Operateur hingegen schafft es erschwerte Bedingungen: bei erhaltenem Muskeltonus sowie intakten Reflexen ist der Eingriff stark von der Compliance der Patienten abhängig. Zudem empfinden Patienten die VATS unter Sedation meist als unangenehm (Longo et al. 2017). Deshalb wenden wir das Verfahren bisher nur in Ausnahmefällen an. In der vorliegenden Untersuchung wurde keiner der Patienten dieser Form der VATS zugeführt.

### **7.3 Allgemeine Patientencharakteristika im internationalen Vergleich**

Die Methodik der uniportalen VATS hat sich im klinischen Alltag unseres Klinikums etabliert. Mithilfe der analysierten Daten soll die Frage beantwortet werden, wie breit das Spektrum der Indikationen für dieses Verfahren ist, und ob Patientengruppen mit komplizierenden Faktoren eine äquivalente Behandlung geboten werden kann. Aspekte, denen besondere Bedeutung bezüglich der Versorgung zukommt, wurden

eruiert. Betrachtet man bisher veröffentlichte Schriften, die sich mit der uniportalen Technik im Allgemeinen oder ihrem Nutzen bezüglich onkologischer Interventionen im Speziellen beschäftigen, sind die Umfänge der untersuchten Patientenkollektive sehr heterogen. Größere Fallzahlen finden sich zumeist im Zusammenhang mit Vergleichen zu anderen Operationsmethoden wie der offenen Thorakotomie oder der triportalen Technik (Chung et al. 2015, Scott et al. 2010). Arbeiten, die sich ausschließlich mit der single port VATS unter einer speziellen Fragestellung beschäftigen, weisen vergleichsweise wesentlich kleinere Untersuchungsgruppen auf, so dass die von uns analysierten 129 Patienten eine vergleichsweise umfassende Kohorte darstellen (Ibrahim et al. 2015, Swierzy et al. 2018).

Die ausgeglichene Geschlechterverteilung unseres Kollektivs (Frauen: 43,3%, Männer: 52,7%) findet sich entsprechend auch in anderen Analysen wieder. Betrachtet man hingegen den Altersdurchschnitt, der bei  $57 \pm 17$  Jahren lag, so ist zu erkennen, dass dieser in anderen Arbeiten, wie beispielsweise der von Zhengcheng Liu et al. oder Jae Ho Chung et al., mit 63 Jahren bzw.  $60 \pm 11$  Jahren etwas höher angegeben ist. Das von Dai et al. untersuchte Kollektiv hingegen weist einen ähnlichen Mittelwert bezüglich des Alters auf wie das unsrige (Dai et al. 2016).

Der älteste Patient unseres Kollektivs war 90 Jahre alt, der jüngste 17. Im Vergleich zeigen sich ähnliche Streuungen der Altersverteilung (Andreetti et al. 2014, Chung et al. 2015). Analysiert man unsere Gruppe hinsichtlich der vorliegenden Begleiterkrankungen, zeigt sich, dass Komorbiditäten gehäuft vorkommen. So liegt beispielsweise bei Zhengcheng Liu et al. im Mittel nur eine Komorbidität vor. Der Durchschnittswert für die Anzahl pro Patient liegt in unserer Kohorte bei 3 (2,85). In immerhin 78 Fällen wurde die Diagnose Multimorbidität gestellt, was einem Anteil von 60,7 % entspricht. Demgegenüber weist das von Raja M. Flores untersuchte Kollektiv einen Anteil von multimorbiden Patienten um die 2% auf (Flores et al. 2009).

Hinsichtlich der Begleiterkrankungen, die im Auftreten dominieren, zeigen sich Differenzen zu bisher veröffentlichten Publikationen. Nikotinabusus ließ sich in unserer Untersuchungsgruppe nur in 14% der Fälle anamnestisch eruieren. Vergleichbare Publikationen weisen wesentlich höhere Raten diesbezüglich auf (Flores et al. 2009). Als Ursache lässt sich unter anderem anführen, dass Zigarettenkonsum initial häufig verschwiegen wird und sich somit nicht in der Dokumentation wiederfindet, obgleich im Verlauf zumeist eine „Entlarvung“ stattfindet. Am häufigsten waren Malignome in

unserem Kollektiv als Begleiterkrankung zu nennen. Auch Jae Hoe Chung et. al. berücksichtigten diesen Parameter in ihrer Datenauswertung. Jedoch gilt zu beachten, dass die Definitionen unterschiedlich waren. Während in unserem Kollektiv sowohl resezierte Bronchialkarzinome als auch Metastasen in die Zählung integriert wurden, führte die Vergleichsschrift nur „andere Tumoren“ als Begleiterkrankungen auf. Da Malignome unabhängig von der Entität Einfluss auf den intra- und postoperativen Verlauf der Patienten nehmen können, wurde in unserer Auswertung keine weitere Differenzierung vorgenommen. Dies erwies sich vor allem deshalb als sinnvoll, da ein Großteil der malignen Geschehen zum Interventionszeitpunkt bereits fernmetastasiert war (Stadium 4, n=45) und somit systemisch auf den Organismus wirkte (Chung et al. 2015).

Ein Blick auf die anderen erhobenen Begleiterkrankungen zeigt, dass das Ranking in unserer Untersuchung und in Publikationen mit ähnlichen Datenanalysen im Groben übereinstimmt. Arterielle Hypertonie (n=53) und kardiovaskuläre Komorbiditäten (n=37) führen die Liste der Begleiterkrankungen an, gefolgt von Diabetes mellitus (n=27) und chronischer Niereninsuffizienz (n=16) (Flores et al. 2009).

Das Vorliegen von Lungenerkrankungen fällt in den Vergleichskollektiven eher heterogen aus. Während Flores COPD bei 22% ihrer Patienten angibt und bei Andreetti et al. sogar 30% der behandelten Patienten betroffen sind, zeigt eine weitere Kohorte pulmonologische Erkrankungen in nur 5,6% der Fälle (Chung et al. 2015, Andreetti et al. 2014, Flores et al. 2009).

Letzteres spiegelt sich auch in der von uns analysierten Gruppe wider, bei der sich 7,7% derartiger Leiden nachweisen ließen. Für die restlichen von uns recherchierten Nebenerkrankungen lassen sich nur geringe Fallzahlen konstatieren, was der Dokumentation in Niederschriften mit ähnlichem Aufbau entspricht (Chung et al. 2015).

Resümierend lässt sich festhalten, dass es insgesamt nicht an Interesse für die uniportale VATS fehlt, jedoch mangelt es in vielen Fällen an einer detaillierten Aufschlüsselung der untersuchten Patientenklientel, was den Vergleich mit passender Literatur für diese Arbeit erschwert (Dai et al. 2016, Sihoe 2019). Teilweise sind auch die untersuchten Parameter divergent oder, wie bei einer von Ocakcioglu durchgeführten Analyse aus dem Januar 2016, als Ausschlusskriterium definiert (Ocakcioglu et al. 2016).

Uniportale Thorakoskopien wurden in unserem Kollektiv sowohl rechts-, links- als auch beidseits durchgeführt. Die Interventionen auf der rechten Thoraxseite überwiegen leicht (rechts: n=66, links:n=58, beidseits: n=5), was der im allgemeinen zu erwarteten Verteilung entspricht und sich auch in vergleichbarer Literatur entsprechend wiederfinden lässt (Ocakcioglu et al. 2016).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich unsere Untersuchungskohorte hinsichtlich Geschlechtsverteilung und Altersstruktur gut in Kollektive aus Vergleichsliteratur einordnen lässt. Auffällig ist ein hoher Anteil an Begleiterkrankungen, der die Schlussfolgerung zulässt, dass die von uns versorgten Patienten morbider sind als die anderer analysierter Gruppen, was ein erhöhtes Maß an Expertise zur Versorgung notwendig macht.

## **7.4 Versorgte Pathologien**

Das von uns therapierte und versorgte Patientenkollektiv unterzog sich einem breiten Spektrum an Eingriffen. Während sich für jegliche der durchgeführten Interventionen im Einzelnen Vergleichsliteratur finden lässt, ist eine gemeinsame Analyse für all diese Operationen mittels uniportal VATS nicht zu finden.

### **7.4.1 Onkologisch bedingte Eingriffe in der Literatur**

Von besonderem Interesse, und in der Literatur entsprechend häufig repräsentiert, sind Eingriffe, die aufgrund einer onkologischen Erkrankung durchgeführt wurden. Vermehrt wurden in diesem Kontext laut den meisten Publikationen Lobektomien und Segmentektomien durchgeführt (Ahn et al. 2018). Viele der Schriften beschäftigen sich ausschließlich mit der Therapie lokal begrenzter Lungenkarzinome, bei denen eine kurative und onkologisch korrekte Resektion im Vordergrund steht (Dai et al. 2016, Flores et al. 2009, Scott et al. 2010). Differenziert man die Häufigkeit der Resektionen in den verschiedenen Lokalisationen des Lungenparenchyms, so zeigt sich, dass in derartigen Untersuchungen rechts häufiger Läsionen vorlagen als links. Karzinome waren im Bereich des rechten Unterlappens am häufigsten. Linksseitig war der Oberlappen zumeist betroffen (Andreotti et al. 2014, Flores et al. 2009). Die Verteilung von Herden im Bereich von Mittel- und Oberlappen im Verhältnis zum Un-

terlappen wird in der Arbeit von Fuqiang Dai et al. mit etwa 50:50 angegeben (Dai et al. 2016).

#### **7.4.2 Onkologisch bedingte Eingriffe in unserem Kollektiv**

Betrachtet man die Verteilung von Keil- und Segmentresektionen sowie Lobektomien, die in unserem Kollektiv im Rahmen einer malignen Grunderkrankung erfolgt sind, lässt sich diese Verteilung nicht reflektieren. Ein Großteil der Patienten erhielt Keilresektionen (n=32), auf Platz zwei der durchgeführten Operationen folgten Stagings, wie im Ergebnisteil definiert. (n=19). Des Weiteren wurden vermehrt Pleurodesen (n=8) durchgeführt.

Lobektomien wurden nur in vier Fällen durchgeführt, dafür jedoch ausschließlich in der onkologischen Subgruppe. Hinsichtlich der Lokalisation dominierte in unserem Fall die Lobektomie im Unterlappen links, gefolgt von einer Resektion im Bereich des Oberlappens rechts. Dies entspricht nicht der Verteilung in der vorliegenden Literatur, jedoch ist unsere Patientengruppe zu klein, um sie als repräsentatives Kollektiv zu werten. Einmalig fand eine Segmentresektion im Bereich des Oberlappens links statt. Es lag ein Tumorstadium 1a vor, für das erste Studien belegen, dass die Rezidivrate im Vergleich zur Lappenresektion nicht erhöht ist, so dass sich bei ausreichender Radikalität mehr Lungenparenchym erhalten ließ (Song et al. 2018). Unser Operationsteam hatte in diesem Zusammenhang Ambitionen, bei alten, multimorbiden Patienten zwischen dem Anspruch einer korrekten Tumorentfernung und dem Funktionserhalt der Lunge abzuwägen. Deshalb wurde sowohl im Falle eines Metastasen- als auch bei Primärtumorverdacht eine funktionelle Resektion für entsprechende Patienten erwogen.

Anlass für Pleurodesen war in acht Fällen das rezidivierende Auftreten eines malignen Ergusses, einmalig wurde der Eingriff im Rahmen einer Leberzirrhose durchgeführt.

Diese Verteilung erklärt sich dadurch, dass die Verödung des Pleuraspaltes aus unserer Sicht als ultima ratio zu betrachten ist. Entstehende Verklebungen bleiben nicht auf den Pleuraraum limitiert, sondern betreffen auch das Lungenparenchym, was zu respiratorischen Einschränkungen führt. Weiterhin steht Talkum im Verdacht, langfristig die Entstehung von Karzinomen zu begünstigen (Berge et al. 2018). Deshalb



wird das Verfahren der Talkumpoudrage bei uns in der Regel nur in palliativer Intention eingesetzt.

Die Differenz zwischen Literatur und den Ergebnissen unserer Analyse lässt sich gut erklären: Im behandelten Patientenkollektiv lag zu großen Teilen bereits ein metastasiertes Tumorstadium vor, so dass eine onkologisch korrekte Resektion nicht mehr das primäre Ziel der meisten Eingriffe war. Vielmehr galt es, Befunde histologisch zu untersuchen, um beispielsweise eine angepasste Immuntherapie in Abhängigkeit vom bestehenden Rezeptorstatus zu ermöglichen. Videothorakoskopische Befundsicherung erfährt seit langem Zuspruch und zeigt hinsichtlich ihrer Aussagekraft auch eine Überlegenheit gegenüber einer intrabronchialen Biopsieentnahme. Aufgrund der geringen Invasivität bei gleichzeitiger Möglichkeit der umfassenden Probenentnahme (Lunge, Pleura, Mediastinum) löst sie zunehmend das Verfahren der vorderen Mediastinoskopie ab, welches bezüglich der Erreichbarkeit der Pathologien unterlegen ist. Als zusätzlicher Vorteil wird die Option zur direkten Tumoresektion im Zuge einer VATS-Prozedur angeführt (Howington 2007, Rendina et al. 1994, Rocco et al. 2006).

#### **7.4.3 Operationen ohne onkologische Indikation**

Ein Überblick über die Häufigkeiten der restlichen, nicht durch eine maligne Erkrankungen bedingten Eingriffe im Gesamtkollektiv lässt sich gut mithilfe der Indikationen, die zur Operation geführt haben, nachvollziehen: Keilresektionen wurden zur Entfernung von zumeist apikal lokalisierten Bullae bei Vorliegen eines Pneumothorax in großer Zahl (n=16) durchgeführt. Ziel war es, das Auftreten von Rezidivpneumothoraces zu vermeiden. In der aktuellen Literatur wird die uniportale VATS als Methodik der Wahl gehandelt. Autoren wie Bertolaccini et al. empfehlen das Verfahren aufgrund seiner Vorzüge für den Patienten, Michele Salati et. al. dokumentierten das Auftreten niedrigerer Rezidivraten verglichen mit dem triportalen Verfahren (Bertolaccini et al. 2017, Salati et al. 2008). In seltenen Fällen dienten die *wedge resections* der Diagnosefindung bei Verdacht auf Fibrose, entsprechend einer Empfehlung der S2K-Leitlinie (Behr et al. 2013). Zusammengefasst erklären diese Behandlungsanlässe die hohe Rate an Keilresektionen im Gesamtkollektiv.

Die wenigen durchgeführten Segmentresektionen entfielen, bis auf eine Ausnahme, auf die Entfernung benignen Tumoren sowie unspezifischer Veränderungen, die präoperativ maligne vermutet wurden. Bestanden prä- oder intraoperativ Zweifel be-

züglich der Diagnose, wurde ein histologischer Schnellschnitt durchgeführt, um den unnötigen Verlust von Lungenparenchym einerseits, eine unzureichende Radikalität andererseits zu vermeiden. Das Ziel, dem Patienten eine adäquate Therapie zu bieten und gleichzeitig eine möglichst große Funktionalität zu erhalten, stand für unser Team im Vordergrund.

Stagingoperationen fanden nicht ausschließlich im Zusammenhang mit malignen Geschehnissen statt, auch Systemerkrankungen wie die Sarkoidose bedürfen einer entsprechenden Abklärung. Um differentialdiagnostisch ein malignes Geschehen ausschließen zu können, empfahlen Zuosheng Li et al. eine histologische Sicherung des Befundes, da die Bildgebung keine sichere Differenzierung zulasse (Li et al. 2015). Wir handeln in unserer Abteilung nach der gleichen Maßgabe, was den Anteil an Stagingoperationen im nicht onkologischen Kontext erklärt.

In großer Zahl war die Sanierung von Pyo- (n=15) und Hämatothoraces (n=6) Behandlungsanlass in unserer Untersuchungsgruppe. Obgleich das Empyem ein häufiges Krankheitsbild ist, waren die Handlungsempfehlungen bezüglich eines thorakoskopischen Eingriffes lange nicht genau definiert. Dragan Subotic et al. haben sich in ihrer Veröffentlichung aus dem Dezember 2018 mit der Frage beschäftigt, wie eine erfolgreiche Sanierung mittels VATS gelingen kann und folgende Parameter herausgearbeitet: ein erfahrener Operateur, eine zeitnahe Sanierung, die adäquate präoperative Zuweisung zum minimalinvasiven Verfahren nach Bildgebungsverfahren sowie eine umfassende Pleurolyse und Lavage sind wesentlich (Subotic et al. 2018).

Diese Erfahrungen ließen sich in unserer Klinik reproduzieren, so dass diesen Aspekten in der Versorgung von Patienten mit Pyothorax entsprechend Rechnung getragen wird.

Zwei Sympathektomien wurden durchgeführt und blieben somit insgesamt eher eine Ausnahme innerhalb unseres Kollektivs. Im Allgemeinen ist die palmare und axilläre Hyperhidrosis, die mithilfe dieses Vorgehens behoben werden soll, ein seltenes Krankheitsbild. Das Verfahren wird im Allgemeinen als risikoarm und effektiv beschrieben und ist somit eine Möglichkeit, den belasteten Patienten schnell Erleichterung zu verschaffen (Migliore et al. 2018). Obgleich Sandoval Lage da Silva Sobrinho et al. 2017 in ihrer Analyse aufdeckten, dass etwa dreiviertel der Patienten eine kompensatorische Stammhyperhidrosis entwickelten, wird die Opera-

tion nicht obsolet, da eine Reduktion der Lebensqualität durch die Betroffenen nur in geringem Maße angegeben wurde (Silva Sobrinho et al. 2017).

Einen Vergleich bezüglich der Gewichtung der verschiedenen Operationen unserer Abteilung mit dem kompletten Spektrum der durchgeführten VATS-Eingriffe in anderen Institutionen bleiben wir aufgrund der oben genannten Tatsache schuldig, dass zumeist nur einzelne Eingriffsformen oder kleine Patientenkohorten unter speziellen Fragestellungen beleuchtet werden und somit ein Datenmangel diesbezüglich besteht. Insgesamt lässt sich jedoch zeigen, dass wir unsere Patienten dem Stand aktueller klinischer Forschung entsprechend versorgen.

## **7.5 Schnitt-Naht-Zeiten und Liegezeiten als Qualitätsindikator**

### **7.5.1 Schnitt-Naht-Zeiten für die verschiedenen Operationen im Gesamtkollektiv**

Die Analyse der Schnitt-Naht-Zeiten erfolgte für alle in die Untersuchung eingeschlossenen Operationen. Wurde ein Eingriff in verschiedenen anatomischen Lokalisationen durchgeführt, war diesbezüglich kein signifikanter Effekt auf die OP-Zeiten zu konstatieren. Für den direkten Vergleich einiger Operationsentitäten ließen sich signifikante Unterschiede feststellen, die jedoch am ehesten aufgrund niedriger Fallzahlen einzelner Subgruppen zustande gekommen und somit nur als eingeschränkt aussagekräftig zu bewerten sind.

Daraus lässt sich ableiten, dass keine lokalisationspezifischen Schwierigkeiten, etwa aufgrund anatomischer Gegebenheiten, bestanden und dass alle Interventionen für unsere Operateure mithilfe der uniportalen Thorakoskopie gleichermaßen gut durchführbar waren. Ähnliches spiegelt auch eine Untersuchung von Xiaochuan Liu et al. wider, der Lernkurve und Operationsparameter speziell bei Lobektomien des Ober- und Unterlappens mittels uniportaler Technik verglichen hat (Liu et al. 2018). Als Voraussetzung für dieses Ergebnis sehen wir eine entsprechende Expertise unserer Operateure an, die den Umgang auch mit schwierigen anatomischen Verhältnissen auf kompetente Weise ermöglicht.

### **7.5.2 Schnitt-Naht-Zeiten in den Vergleichskohorten der Patienten mit komplizierenden Faktoren**

Insbesondere die Analysen der Schnitt-Naht-Zeiten von onkologisch Operierten, von simultan versorgten Patienten und solchen, bei denen eine Reoperation notwendig war, zeigten, dass trotz diffiziler intraoperativer Bedingungen, beispielsweise durch Verwachsungen, eine adäquate Versorgung durch unsere Operateure gewährleistet werden konnte. Sowohl der Vergleich der gesamten onkologischen Kohorte mit der Patientengruppe, in der kein malignes Geschehen Anlass zur VATS war, als auch der zwischen einmalig, mehrfach und simultan operierten Patienten, zeigte keine signifikanten Unterschiede bezüglich der benötigten Schnitt-Naht-Zeiten.

Um ein differenzierteres Bild zu erhalten, untersuchten wir die Schnitt-Naht-Zeiten für das onkologische Kollektiv in Abhängigkeit vom durchgeführten Eingriff sowie in Bezug auf das vorliegende Tumorstadium. Jedoch war auch bei dieser Betrachtung kein signifikanter Unterschied zwischen den Kollektiven zu erfassen. Auf eine nach Eingriffsform gesplittete Untersuchung der Operationsdauern verzichteten wir in der Vergleichsgruppe der Mehrfach- und Re-OPs angesichts der geringen Fallzahl.

### **7.5.3 Einflussfaktoren auf die Ergebnisse der Untersuchung**

Bei der Auswertung der Basisparameter stellte sich heraus, dass Patienten, die aufgrund eines Krebsleidens thorakoskopiert wurden, älter waren ( $p=0,01$ ) und durchschnittlich mehr Begleiterkrankungen ( $p=0,037$ ) aufwiesen. Auch hinsichtlich der Altersstruktur in den Subgruppen der mehrfach und simultan operierten Patienten zeigte sich eine Differenz: Mehrfach operierte Patienten waren im Mittel signifikant jünger ( $p=0,046$ ) als simultan versorgte.

Obgleich sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Schnitt-Naht-Zeiten eruieren ließen, gilt es zu berücksichtigen, dass verschiedene Faktoren dennoch Einfluss auf den intraoperativen Verlauf hatten, wie die Regressionsanalysen darlegen konnten. Jedoch gilt es klarzustellen, dass die Signifikanz einer unabhängigen Variable im Rahmen der Regressionsuntersuchung nicht als absolutes Korrelat für die Erklärbarkeit der abhängigen Variable herangezogen werden kann. Umgekehrt gilt, dass auch als nicht signifikant eingestufte Störparameter das Ergebnis beeinflussen können. Die kleinen Stichprobengrößen unserer Kohorten verstärken diese Effekte. Weiterhin kann eine sogenannte p-Wert-Flut entstehen, die als statistisches Defizit

zu kategorisieren ist. Die Durchführung einer Bonferonikorrektur hätte aufgrund der bereits angeführten kleinen Datenmenge keine qualitative Aussage mit sich gebracht, weshalb auf eine entsprechende Analyse verzichtet wurde. Zuletzt sollte in Betracht gezogen werden, dass die vorliegende Untersuchung eher explorativen Charakter hat.

Aufgrund der geringen Datenmenge und der damit assoziierten statistischen Unsicherheit lässt sich somit keine sichere Aussage über die Assoziationen und deren Gewichtung machen, so dass die eruierten Einflussfaktoren ebenso wie die adjustierten Bestimmtheitsmaße der Regression hinsichtlich ihrer statistischen Aussagekraft nicht zu stark bewertet werden sollten.

Summa summarum lässt sich festhalten, dass der intraoperative Verlauf uniportaler Videothorakoskopien an unserer Klinik nicht wesentlich von komplizierenden Faktoren, wie beispielsweise Verwachsungen oder ubiquitärer Metastasierung, beeinflusst wird. Wir führen das auf den hohen Übungsstatus unserer Operateure zurück, der es ihnen ermöglicht, diffizile Situationen routiniert zu beherrschen.

#### **7.5.4 Einordnung der Untersuchungsergebnisse in die Vergleichsliteratur**

##### **7.5.4.1 Keilresektionen**

Um unser Vorgehen bezüglich seiner Qualität einordnen zu können, streben wir weiterhin einen Vergleich mit anderen Patientenkohorten an:

Da der größte Anteil der nicht onkologisch bedingten Keilresektionen in unserem Kollektiv auf das Krankheitsbild eines Pneumothorax zurückzuführen war, eignet sich ein Vergleich mit der Publikation von Nachira et. al., in der die Dauer von uniportal durchgeführten Bullaresektionen im Schnitt mit 66 min angegeben wird (Nachira et al. 2018).

Der mittlere Zeitbedarf für Keilresektionen, die nicht aufgrund einer Metastasenresektion erfolgt sind, liegt in unserer Untersuchung bei 50 min.

Betrachtet man hingegen die Keilresektionen im Kollektiv der Krebserkrankten, liegt die durchschnittliche OP-Dauer bei 46 min.

Mineo et al. führte im Jahr 2017 eine Untersuchung bezüglich der Entfernung von gestreuten Tumorabsiedlungen mittels Lungenkeilentfernung durch. Für seine Kohorte gab er eine mittlere Operationsdauer von 45min an. Histologisch zeigte sich bei

einigen seiner Patienten entgegen der initialen Vermutung ein benigner Befund (Mineo et al. 2017).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Angaben für die Schnitt-Naht-Zeiten in der Literatur auf einem Niveau mit den Ergebnissen unserer Analyse rangieren und sich in den verschiedenen Kollektiven nur geringfügig unterscheiden.

#### **7.5.4.2 Segmentresektionen**

Im Dezember 2016 wurde eine Analyse über Segmentresektionen veröffentlicht, die die Patientendaten des Shanghai pulmonary Hospitals von 2014 bis 2016 beinhaltet. Sowohl maligne als auch benigne Veränderungen wurden entfernt. Im Mittel dauerten die Operationen 158 Minuten (Aresu et al. 2016). Verglichen mit der benötigten Zeitdauer zur Entfernung von Lungensegmenten innerhalb unseres Kollektivs (48min), liegt die Zeit in der Vergleichsschrift wesentlich höher. Als mögliche Ursachen für diese Differenz lassen sich ein unterschiedlicher Erfahrungsschatz bezüglich des Eingriffes, der subxiphoidale Zugangsweg oder eine Verfälschung aufgrund unserer kleinen Patientenkohorte vermuten.

#### **7.5.4.3 Lobektomien**

Publikationen bezüglich Lobektomien mittels uniportaler VATS findet man im Verhältnis gehäuft vor. Zumeist stehen die Analysen im Kontext mit der Resektion maligner Tumoren, in aller Regel Primärtumoren der Lunge. Da Entfernungen ganzer Lungenlappen auch in unserer Untersuchung ausschließlich aufgrund einer onkologischen Indikation durchgeführt wurden, bietet sich ein Vergleich an. Angegebene Zeiten für die durchschnittliche Operationsdauer rangieren zwischen 181 bis 159 min (Chung et al. 2015, Dai et al. 2016, Zhu et al. 2015). Die mittlere Schnitt-Naht-Zeit für die durchgeführten Lobektomien in unserer Untersuchungsgruppe liegt hingegen bei 94 min und somit deutlich darunter, wobei die geringe Fallzahl zu berücksichtigen ist.

#### **7.5.4.4 Eingriffe ohne Parenchymresektion**

Thorakoskopische Eingriffe, die nicht mit der Resektion von Lungenparenchym einhergehen, ließen sich bezüglich des intraoperativen Zeitbedarfs nur partiell vergleichen. Im Falle von Pleurodesen steht die Frage nach der Effektivität des Verfahrens in der Literatur im Vordergrund, wie sich beispielsweise an der Arbeit von Pasalic et al. aus dem Oktober 2018 erkennen lässt (Alihodzic-Pasalic et al. 2018). Gleiches gilt hinsichtlich Sympathektomien, die zudem noch ein recht seltenes Krankheitsbild

darstellen (Vannucci und Araujo 2017). Auch Stagingoperationen mittels VATS werden im Schrifttum eher hinsichtlich ihres diagnostischen Nutzens beurteilt, weniger im Zusammenhang mit den Parametern des intraoperativen Verlaufes (Li et al. 2015).

Für die Entlastung und Sanierung eines Hämatothorax, für die in unserer Untersuchungsgruppe durchschnittlich ein Zeitbedarf von 57 min bestand, wurde in einer ähnlichen Arbeit eine mittlere Dauer von 106 min angegeben (Swierzy et al. 2018). Bongiolatti et. al. untersuchten die Effektivität der Empyemsanierung mittels VATS und ermittelten durchschnittliche OP-Zeiten von 116 min, während derartige Eingriffe in unserem Kollektiv etwa 39 Minuten (MW) dauerten (Bongiolatti et al. 2017).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Schnitt-Naht-Zeiten in unseren Analysen mit denen der Literatur im Groben übereinstimmen, teilweise sind sie sogar wesentlich kürzer als die angegebenen OP-Dauern. Eine Überlegenheit unserer Operateure bezüglich ihrer Expertise ist daraus nicht sicher ableitbar. Zu groß ist die Zahl der unberücksichtigt gebliebenen potentiellen Störfaktoren aufgrund der Andersartigkeit der Vergleichsanalysen. Weiterhin weisen einige unserer Subgruppen recht kleine Fallzahlen auf. Diese Feststellungen gelten nicht nur für das Gesamtkollektiv und die onkologische Subgruppe. Auch in Hinsicht auf die durchgeführten Reoperationen zeigen sich in der aktuellen Literatur, beispielsweise in der Arbeit von Chen et. al. aus dem November 2018, sehr viel längere OP-Zeiten (3,7h) als in unserem Kollektiv (48 min) (Chen et al. 2018).

#### **7.5.4.5 Postoperativer Verlauf**

Die Untersuchung unserer Kohorte blieb nicht auf den intraoperativen Verlauf beschränkt. Als Parameter für den Zeitbedarf der Rekonvaleszenz postoperativ wurden die Verweildauern auf ITS, Intermediate-care und Normalstation herangezogen.

Auch andere Studien beschäftigten sich mit dem Thema der Genesung nach einer uniportalen Thorakoskopie. Huang, Mao und Chen veröffentlichten beispielsweise eine Arbeit im Oktober 2017, die die Vorteile des „Fast track“ –Prinzips für Krebspatienten beleuchtet. Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer der Patienten lag in ihren Analysen bei 7 Tagen. Eingeschlossen wurden allerdings nur Karzinome bis zum Stadium IIb (Huang et al. 2018).

Eine ähnliche Publikation wurde ein Jahr später (Oktober 2018) im Journal of thoracic disease herausgegeben. In diesem Fall war die durchschnittliche Aufenthalts-

dauer der Patienten, die nach den Prinzipien des ERAS-Ansatzes versorgt wurden, sogar nur mit 4 Tagen angegeben (Gonzalez et al. 2018).

Die Untersuchung blieb ebenfalls auf Patienten mit lokal begrenztem Tumorwachstum limitiert.

Betrachtet man den Verbleib nach einem Eingriff mittels VATS unabhängig davon, ob der Zugang uniportal war, zeigt die Studie von Falcoz et al. eine mittlere Verweildauer von etwa 8 Tagen (Falcoz et al. 2016).

In der vorhandenen Literatur spiegelt sich das große Interesse am Outcome nach VATS bei NSCLC wider. Die Niederschrift von Zhang et al. beschäftigt sich explizit mit solchen Patienten, die einen bilateralen Eingriff erhalten haben, und zeigt, dass die Verweildauer gegenüber den Angaben in den von uns recherchierten Arbeiten wider Erwarten nicht verlängert ist. Im Durchschnitt wurde in dieser Kohorte eine Verweildauer von 5 Tagen ermittelt (Zhang et al. 2018).

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen lassen sich gut in die Angaben der bisher veröffentlichten Publikationen einordnen. Insgesamt war in unserem Kollektiv eine mittlere stationäre Aufenthaltsdauer von 9 Tagen zu erfassen. Rückschlüsse auf eine verlängerte Phase der Rekonvaleszenz bei mehrfach oder simultan versorgte Patienten ließen sich nicht ziehen. Obgleich sich auch insgesamt eine leicht verlängerte Aufenthaltsdauer in dieser Subgruppe eruieren ließ, nahm die Differenz kein signifikantes Ausmaß an. Patienten, die aufgrund einer Krebserkrankung thorakoskopiert wurden, zeigten im Mittel keinen längeren Bedarf für eine stationäre Versorgung als die Patienten mit benignen Behandlungsanlässen. Auch eine differenzierte Betrachtung der Verweildauer im Krankenhaus vom vorliegenden Tumorstadium brachte keine Abhängigkeit zutage. Eine Analyse der Liegezeit auf Intermediate care und Intensivstation ergab im Mittel einen und null Tage. Dementsprechend war es möglich, einen Großteil der Patienten, wie vorgesehen, einen Tag auf IMC-Stationen unterzubringen und anschließend auf Normalstation zu verlegen. Fälle, in denen eine intensivmedizinische Betreuung nötig war, ließen sich oft Patienten zuordnen, die ein fortgeschrittenes Krebsleiden oder eine hohe Zahl an Komorbiditäten aufwiesen, ebendies ließ sich für verlängerte Verweildauern auf Intermediate-care-Station schlussfolgern. Im direkten Vergleich der Subgruppen: onkologisch/nicht-onkologisch, einmalig/mehrfach/simultan Operierte waren jedoch keine signifikanten Unterschiede nachweisbar, auch wenn bei Betrachtung der base-line-Parameter eine signifikant höhere Anzahl von Begleiterkrankungen in der Gruppe der Patienten



mit maligner Erkrankung vorzufinden war. Diese dargestellten Zusammenhänge sind Rückschlüsse, die sich aufgrund der im obigen Abschnitt diskutierten Faktoren nicht sicher durch Regressionsanalysen bestätigen oder widerlegen ließen.

Obleich das Patientengut der Vergleichsstudien bezüglich dieser Parameter leichte Differenzen aufweist, zeigen die Untersuchungen unseres Patientenguts, dass die Rekonvaleszenz nicht von dem Vorliegen eines Krebsleidens, dessen Stadium, der Anzahl an Begleiterkrankungen oder der Häufigkeit der durchgeführten VATS abhängt. Insgesamt spiegelt sich das hohe Krankheitsniveau unseres Kollektivs am ehesten in einem verlängerten Bedarf an intensivmedizinischer Betreuung wider. Auch die verspätete Extubation von zehn Patienten, die nicht im Operationssaal vom Tubus zu entwöhnen waren, lässt sich auf diesen Aspekt zurückführen. Dies nimmt jedoch, wie weiter oben dargelegt, keinen Einfluss auf die Zeitspanne des gesamten stationären Aufenthaltes. Aus unserer Sicht lassen sich die Liegezeiten unserer Patienten, die gegenüber den Literaturangaben leicht verlängert sind, am ehesten dadurch erklären, dass die Entlassung in die Rehabilitation oder die Häuslichkeit in unseren Augen erst dann erfolgen sollte, wenn die Sicherheit gewährleistet ist, dass der klinische Zustand stabil bleibt. Dementsprechend wird den Patienten in unserer Klinik gegebenenfalls auch eine Verlängerung ihres Aufenthaltes zugestanden, obgleich eine Entlassung medizinisch gesehen bereits möglich wäre. Weiterhin gilt es zu berücksichtigen, dass ein Teil der Patienten aufgrund vorliegender Begleiterkrankungen prinzipiell in einer anderen Abteilung betreut wurde. In diesem Zusammenhang waren verlängerte Aufenthaltsdauern möglich, die sich nicht von der Rekonvaleszenz nach VATS-Eingriff abgrenzen ließen.

## 7.6 Komplikationen

Trotz der Maßgabe, eine hochqualitative Versorgung der Patienten zu bieten, ist das Auftreten von Komplikationen unumgänglich. Zumeist waren prolongierte Fistelung, progrediente Ergussbildung, deren Superinfektion oder Blutungsgeschehen zu verzeichnen, die Anlass zur Reoperation waren. Wundheilungsstörungen traten in zwei Fällen auf und wurden mittels VAC-Systemen versorgt. Weitere Minor-Komplikationen waren sporadisch zu verzeichnen. Drei Patienten starben während oder nach der Videothorakoskopie. Der Eingriff war eine ultima ratio bei fortgeschrittenen Malignomgeschehen und einer CHILC C-Leberzirrhose. Wie weiter oben be-

reits erwähnt, lässt sich das Bild unserer Untersuchungsgruppe in der vorliegenden Literatur nicht zwangsläufig widerspiegeln. Für die Dokumentation geringerer Raten an Komplikationen lassen sich die Vorauswahl des zugeführten Patientenkollektivs, wie beispielsweise durch Gonzalez-Rivas und die Definition von Komplikationen anführen (Féernandez Prado et al. 2014).

Die hohen Raten an multimorbiden und immunsupprimierten Patienten in unserer Gruppe, welche ein erhöhtes Risiko für einen komplizierten Verlauf mit sich bringen lassen sich als Erklärung für die Ergebnisse unserer Untersuchung heranziehen.

## **7.7 Limitationen der Studie**

Das retrospektive und nicht-randomisierte Design der Studie ist als ein Faktor zu nennen, der die Aussagekraft der Untersuchung eingeschränkt haben könnte. Zudem erfolgte die Zuführung zum uniportalen Operationsverfahren nicht nach standardisierten Schemata, sondern war letztendlich eine auf Erfahrungsschatz basierende individuelle Entscheidung des operierenden Chirurgen, die im Einverständnis mit dem Patienten getroffen wurde.

Die kleinen Stichprobengrößen, vor allem in den gebildeten Untergruppen, stellen ein Defizit dar, weil sie zu statistischen Unsicherheiten beigetragen und die Analysen hinsichtlich ihrer Beweiskraft geschwächt haben. Auch die teilweise fehlende Nachverfolgbarkeit von Patienten und deren Daten ist als Limitation zu nennen.

Für eine weitere Bestätigung der Untersuchungsergebnisse werden für die Zukunft größere prospektive und randomisierte Studien nötig sein. Auch eine noch exaktere Definition der untersuchten Variablen würde zur stärkeren Validierung der analysierten Daten beitragen.

Zudem bleibt unsere Untersuchung auf den stationären Aufenthalt im Klinikum beschränkt. Die langfristige Nachverfolgung der Patienten hinsichtlich Lebensqualität, Tumorfreiheit und Überleben wäre für die weitere Evidenz der untersuchten Methodik von hohem Stellenwert.

## 8 Schlussfolgerung

Der Artikel „Uniportal Lung Cancer Surgery: A state of evidence“ (Sihoe 2019) hat die Ergebnisse aktueller Datenanalysen für die uniportale VATS als Therapiemethode des NSCLC zusammengefasst und bewertet. Resümieren lässt sich, dass die wissenschaftliche Evidenz diesbezüglich noch in den Kinderschuhen steckt. Obgleich zunehmend mehr Paper zu diesem Thema veröffentlicht werden, kritisiert der Autor, dass die untersuchten Patientenkohorten teilweise weniger als 15 Probanden umfassen und ihre Aussagekraft dadurch limitiert ist. Dennoch zeigen spezialisierte Zentren mit größeren Untersuchungskollektiven, dass ebenbürtige und teilweise auch überlegene Resultate mittels uniportaler Thorakoskopie möglich sind. Die vorliegende Untersuchung kann bei derzeitiger Informationslage einen wichtigen Beitrag für die Etablierung der uniportalen Technik bei onkologisch bedingter Therapieindikation leisten. Unser Kollektiv umfasste 50 uniportale videoassistierte Thorakoskopien, die aufgrund eines malignen Geschehens durchgeführt wurden. Vergleichsweise ist unsere Untersuchungsgruppe somit als groß und repräsentativ einzuschätzen. Der von uns angestellte Vergleich divergiert von den meisten bisher publizierten Arbeiten insofern, als zumeist die Effektivität der multiportalen Verfahren mit der uniportalen Methodik verglichen wurde (Chung et al. 2015). Wir hingegen haben untersucht, ob ein Unterschied in der Behandlung von Patienten im onkologischen Kontext und solchen, die keine Diagnose bezüglich eines malignen Geschehens haben, besteht, wenn beide das gleiche therapeutische Verfahren erhalten. Eine Ebenbürtigkeit beider Kollektive, in unserem Falle bezüglich Schnitt-Naht-Zeit und der Verweildauer auf Intensiv- und IMC-Station vorliegend, lässt den Schluss zu, dass keine Unterlegenheit in der Behandlung für onkologische Patienten besteht.

Auch die uniportale Videothorakoskopie von Patienten, bei denen die Notwendigkeit zur wiederholten Operation besteht, ist in unseren Augen ohne erhöhtes Risiko möglich. Vergleichsliteratur ist bisher nur eingeschränkt zu finden, obgleich die Wahrscheinlichkeit in der heutigen Zeit wächst, dass bei Patienten mit hoher Lebenserwartung Mehrfachinterventionen zunehmen. Um die Ergebnisse unserer Untersuchung sowohl für mehrfach und simultan Operierte als auch für Krebspatienten weiter zu validieren, wird die Analyse größerer Patientengruppen nötig sein.

## 9 Vision

Die Thoraxchirurgie ist ein sich dynamisch entwickelndes Fachgebiet. Bedingt durch die persistierende Diskussion von Mindestmengen und qualitativen Anforderungen sowie Lungenscreeningprogrammen mittels Nativ-CT wird sich eine entsprechende Weiterentwicklung abbilden. „Moderne Thoraxchirurgen“ müssen sich auf diese Entwicklung einstellen. Die herkömmliche Videoassistierte Thorakoskopie entspricht diesen Anforderungen eines modernen Thoraxchirurgen nicht mehr. Die Entwicklung der endoskopischen Thoraxchirurgie nimmt erneut weiter an Präzision zu.

Nimmt man die aktuellen Daten von Hoffman et al. von 2019 auf, so erarbeitet ein Vollzeit beschäftigter Thoraxchirurg 150 thoraxchirurgische Eingriffe pro Jahr, die jedoch nicht weiter differenziert sind. 25% (n ~38) dieser Eingriffe sind anatomische Resektionen im Rahmen der Diagnosestellung Lungenkarzinom. In dieser Analyse wird der Einfluss und die Datenlage endoskopischer Operationen nicht berücksichtigt. Die Diskussion um Mindestmengen zeigt, dass bei mehr als sieben anatomischen Resektionen pro Jahr ein positiver qualitativer Sprung (niedrigere Verweildauer, Komplikationen minimiert, Letalität gen Null) zu bewerten ist. Diese Daten gelten nur für offene Operationen (Hoffmann et al. 2019). Damit besteht weiterhin ein Defizit in der Bewertung endoskopischer thoraxchirurgischer Verfahren im Sinne der videoassistierten Thorakoskopie. Die traditionelle Thoraxchirurgie ist hinreichend nach den oben genannten Kriterien definiert.

Die Implementierung der endoskopischen Verfahren in der onkologischen und nicht onkologischen chirurgischen Praxis muss sich an den Daten der offenen, konventionellen und traditionellen Thoraxchirurgie messen lassen.

Die vorgelegte Arbeit zeigt, dass die uniportale VATS eine sichere, effektive und gut erlernbare Operationsmethode im Sinne der minimalinvasiven Thoraxchirurgie darstellt. Die weitere Optimierung und Anwendung der Operationsmethode wird im eigenen Klinikum für die Auswertung der über 300 erfolgten Operationen von Interesse sein.

## 10 Anhang

### 10.1 Literaturverzeichnis

- Abbas AE. 2018. Surgical Management of Lung Cancer: History, Evolution, and Modern Advances. *Curr Oncol Rep*, 20 (12):98.
- Abouarab AA, Rahouma M, Kamel M, Ghaly G, Mohamed A. 2018. Single Versus Multi-Incisional Video-Assisted Thoracic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 28 (2):174-185.
- Ahn S, Moon Y, AlGhamdi ZM, Sung SW. 2018. Nonintubated Uniportal Video-Assisted Thoracoscopic Surgery: A Single-Center Experience. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*, 51 (5):344-349.
- Al-Ameri M, Bergman P, Franco-Cereceda A, Sartipy U. 2018. Video-assisted thoracoscopic versus open thoracotomy lobectomy: a Swedish nationwide cohort study. *J Thorac Dis*, 10 (6):3499-3506.
- Alihodzic-Pasalic A, Maric V, Hadzismailovic A, Pilav A, Grbic K. 2018. Comparison of Efficiency of Pleurodesis Between Video Assisted Thoracoscopic Surgery (VATS) and Standard Thoracostomy. *Acta Inform Med*, 26 (3):185-189.
- Andreetti C, Menna C, Ibrahim M, Ciccone AM, D'Andrilli A, Venuta F, Rendina EA. 2014. Postoperative pain control: videothoracoscopic versus conservative mini-thoracotomic approach. *Eur J Cardiothorac Surg*, 46 (5):907-912.
- Antoniou SA, Antoniou GA, Antoniou AI, Granderath FA. 2015. Past, Present, and Future of Minimally Invasive Abdominal Surgery. *JSLS*, 19 (3).
- Aresu G, Weaver H, Wu L, Lin L, Jiang G, Jiang L. 2016. The Shanghai Pulmonary Hospital uniportal subxiphoid approach for lung segmentectomies. *J Vis Surg*, 2:172.
- Augustin F. 2013. minimalinvasive onkologische Thoraxchirurgie Gablitz: Krause& Pachernegg GmbH - Verlag für Medizin und Wirtschaft.
- Augustin F, Schmid T. 2018. A word of caution-when uniportal VATS should not be done. *J Vis Surg*, 4:29.
- Bedetti B, Scarci M, Gonzalez-Rivas D. 2016. Technical steps in single port video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *J Vis Surg*, 2:45.
- Behr J, Günther A, Ammenwerth W, Bittmann I, Bonnet R, Buhl R, Eickelberg O, Ewert R, Gläser S, Gottlieb J, Grohé C, Kreuter M, Kroegel C, Markart P, Neurohr C, Pfeifer M, Prasse A, Schönfeld N, Schreiber J, Sitter H, Theegarten D, Theile A, Wilke A, Wirtz H, Witt C, Worth H, Zabel P, Müller-Quernheim J, Costabel U. 2013. S2K-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie der idiopathischen Lungenfibrose Stuttgart, New York: Georg-Thieme Verlag.
- Benzer H, Buchardi H, Larsen R, Suter PM. 1993. Intensivmedizin. Heidelberg, Berlin, New York, Budapest, Hong Kong, Barcelona, London, Paris: Springer Verlag.
- Berge W, Mundt K, Luu H, Boffetta P. 2018. Genital use of talc and risk of ovarian cancer: a meta-analysis. *Eur J Cancer Prev*, 27 (3):248-257.
- Bertolaccini L, Rizzardi G, Terzi A. 2011. Single-port video-assisted thoracic surgery resection: the Copernican revolution of a geometrical approach in thoracic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 12 (3):516.

- Bertolaccini L, Rocco G, Viti A, Terzi A. 2013. Geometrical characteristics of uniportal VATS. *J Thorac Dis*, 5 Suppl 3:S214-216.
- Bertolaccini L, Viti A, Terzi A, Rocco G. 2016. Geometric and ergonomic characteristics of the uniportal video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) approach. *Ann Cardiothorac Surg*, 5 (2):118-122.
- Bertolaccini L, Pardolesi A, Brandolini J, Solli P. 2017. Uniportal video-assisted thoracic surgery for pneumothorax and blebs/bullae. *J Vis Surg*, 3:107.
- Bialous SA, Sarna L. 2017. Lung Cancer and Tobacco: What Is New? *Nurs Clin North Am*, 52 (1):53-63.
- Bongiolatti S, Voltolini L, Borgianni S, Borrelli R, Tancredi G, Viggiano D, Gonfiotti A. 2017. Uniportal thoracoscopic decortication for pleural empyema and the role of ultrasonographic preoperative staging. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 24 (4):560-566.
- Busch C, Heck M, Fresenius M. 2017. *Anästhesie in der Thoraxchirurgie* Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Cagini L, Tassi V, Ceccarelli S, Puma F. 2018. The association between the use of powered staplers and the decreased postoperative complications following VATS lobectomy Video assisted thoracic surgery:
- Chen D, Mao R, Kadeer X, Sun W, Zhu E, Peng Q, Chen C. 2018. Video-assisted thoracic surgery is an optimal alternative to conventional thoracotomy for reoperations for ipsilateral pulmonary lesions. *Thorac Cancer*, 9 (11):1421-1428.
- Chen F, Yao Y, Ma C, Ma X, Wang Z, Lv T, Xiao X, Yin J, Song Y. 2015. Ratio of maximum standardized uptake value to primary tumor size is a prognostic factor in patients with advanced non-small cell lung cancer. *Transl Lung Cancer Res*, 4 (1):18-26.
- Chung JH, Choi YS, Cho JH, Kim HK, Kim J, Zo JI, Shim YM. 2015. Uniportal video-assisted thoracoscopic lobectomy: an alternative to conventional thoracoscopic lobectomy in lung cancer surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 20 (6):813-819.
- Dai F, Meng S, Mei L, Guan C, Ma Z. 2016. Single-port video-assisted thoracic surgery in the treatment of non-small cell lung cancer: a propensity-matched comparative analysis. *J Thorac Dis*, 8 (10):2872-2878.
- Demedts M, Behr J, Buhl R, Costabel U, Dekhuijzen R, Jansen HM, MacNee W, Thomeer M, Wallaert B, Laurent F, Nicholson AG, Verbeken EK, Verschakelen J, Flower CD, Capron F, Petruzzelli S, De Vuyst P, van den Bosch JM, Rodriguez-Becerra E, Corvasce G, Lankhorst I, Sardina M, Montanari M, Group IS. 2005. High-dose acetylcysteine in idiopathic pulmonary fibrosis. *N Engl J Med*, 353 (21):2229-2242.
- Detterbeck FC, Zelman Lewis S, Diekemper RA-H, Alberts WA. 2013. Executive Summary: Diagnosis and Management of Lung Cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines,. *Chest*, 143 (5):7S-37S.
- Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF. 2018. Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe,AWMF): Prävention, Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Lungenkarzinoms, Langversion 1.0
- Falcoz PE, Puyraveau M, Thomas PA, Decaluwe H, Hurtgen M, Petersen RH, Hansen H, Brunelli A, Committee ED, Group EMII. 2016. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open lobectomy for primary non-small-cell lung cancer: a propensity-matched analysis of outcome from the European Society of Thoracic Surgeon database. *Eur J Cardiothorac Surg*, 49 (2):602-609.
- Fernandez-Pineda I, Seims AD, Van Houwelingen L, Abdelhafeez H, Wu H, Wu J, Murphy AJ, Davidoff AM. 2018. Modified Uniportal Video-Assisted Thoracic Surgery Versus Three-Port Approach for Lung Nodule Biopsy in Pediatric Cancer Patients. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*.

- Fernández Prado R, Fieira Costa E, Delgado Roel M, Fernández RM, Paradela de la Morena M, de la Torre M, Gonzalez-Rivas D. 2014. Management of complications by uniportal video-assisted thocoscopic surgery. *J Thorac Dis*, 6 (S6):S669-S673.
- Flores RM, Park BJ, Dycoco J, Aronova A, Hirth Y, Rizk NP, Bains M, Downey RJ, Rusch VW. 2009. Lobectomy by video-assisted thoracic surgery (VATS) versus thoracotomy for lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 138 (1):11-18.
- Gonzalez-Rivas D, Lirio F, Sesma J, Abu Akar F. 2017. Subxiphoid complex uniportal video-assisted major pulmonary resections. *J Vis Surg*, 3:93.
- Gonzalez-Rivas D, Fieira E, Delgado M, Mendez L, Fernandez R, de la Torre M. 2013a. Uniportal video-assisted thoracoscopic lobectomy. *J Thorac Dis*, 5 Suppl 3:S234-245.
- Gonzalez-Rivas D, Paradela M, Fernandez R, Delgado M, Fieira E, Mendez L, Velasco C, de la Torre M. 2013b. Uniportal Video-Assisted Thoracoscopic Lobectomy: Two Years of Experience. *The Annals of Thoracic surgery* 95 (2):426-432.
- Gonzalez D, Garcia J, Fieira E, Paradela M. 2011. Video-assisted thoracoscopic lobectomy in the treatment of intralobar pulmonary sequestration. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 12 (1):77-79.
- Gonzalez M, Abdelnour-Berchtold E, Perentes JY, Doucet V, Zellweger M, Marcucci C, Ris HB, Krueger T, Gronchi F. 2018. An enhanced recovery after surgery program for video-assisted thoracoscopic surgery anatomical lung resections is cost-effective. *J Thorac Dis*, 10 (10):5879-5888.
- Grallert M, Uhlmann D, Bartels M, Steinert M. 2013. [VATS lobectomy--a standard procedure in the therapy for stage I non-small cell lung cancer?]. *Zentralbl Chir*, 138 Suppl 1:S40-44.
- Harris CG, James RS, Tian DH, Yan TD, Doyle MP, Gonzalez-Rivas D, Cao C. 2016. Systematic review and meta-analysis of uniportal versus multiportal video-assisted thoracoscopic lobectomy for lung cancer. *Ann Cardiothorac Surg*, 5 (2):76-84.
- Henne-Bruns D. 2012. *Duale Reihe Chirurgie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Hoffmann H, Dienemann H. 2000. Der pulmonale Rundherd: Prinzipien der Diagnostik. *Deutsches Ärzteblatt International*, 97 (16).
- Hoffmann H, Dienemann H. 2009. *Entwicklung der Thoraxchirurgie in den nächsten 20 Jahren* Springer-Verlag.
- Hoffmann H, Passlick B, Ukena D, Wesselmann S. 2019. [Surgical Therapy for Lung Cancer: Why it Should be Performed in High Volume Centres]. *Zentralbl Chir*, 144 (1):62-70.
- Howington JA. 2007. The role of VATS for staging and diagnosis in patients with non-small cell lung cancer. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 19 (3):212-216.
- Howington JA, Blum MG, Chang AC, Balekian AA, Murthy SC. 2013. Treatment of Stage I and II Non-small Cell Lung Cancer: Diagnosis and Management of Lung Cancer. *Chest*, 143 (5):e278S-e313S.
- Huang H, Ma H, Chen S. 2018. Enhanced recovery after surgery using uniportal video-assisted thoracic surgery for lung cancer: A preliminary study. *Thorac Cancer*, 9 (1):83-87.
- Ibrahim M, Menna C, Andreotti C, D'Andrilli A, Ciccone AM, Maurizi G, Cassiano F, Rendina EA. 2015. Flexible videoscope for thoracoscopic lobectomy: evolution of uniportal technique. *Surg Endosc*, 29 (7):2056-2059.
- Klein U. 2009. *Anästhesie in der Thoraxchirurgie*.
- Kroegel C, Costabel U. 2014. *Klinische Pneumologie- Das Referenzwerk für Klinik und Praxis*. Georg Thieme Verlag.

- Li Q, Sihoe A, Wang H, Gonzalez-Rivas D, Zhu Y, Xie D, Jiang G. 2018. Short-term outcomes of single-versus multi-port video-assisted thoracic surgery in mediastinal diseases. *Eur J Cardiothorac Surg*, 53 (1):216-220.
- Li X, Wang J, Ferguson MK. 2014. Competence versus mastery: the time course for developing proficiency in video-assisted thoracoscopic lobectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 147 (4):1150-1154.
- Li Z, Calvin SN. 2016. Future of uniportal video-assisted thoracoscopic surgery-emerging technology. *Ann Cardiothorac Surg*, 5 (2):127-132.
- Li Z, Li X, Song Z, Liu J, Dong M, Shi T, Ren D, Xu S, Chen J. 2015. Sarcoidosis misdiagnosed as malignant tumors: a case report. *World J Surg Oncol*, 13:333.
- Liu X, Chen X, Shen Y, Wang H, Feng M, Tan L, D'Amico TA. 2018. Learning curve for uniportal video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy-results from 120 consecutive patients. *J Thorac Dis*, 10 (8):5100-5107.
- Liu Y, Tang Y, Xue Z, Yang P, Ma K, Ma G, Chu X. 2016. Ratio of lymph node to primary tumor SUVmax multiplied by maximal tumor diameter on positron emission tomography/integrated computed tomography may be a predictor of mediastinal lymph node malignancy in lung cancer. *Medicine (Baltimore)*, 95 (46):e5457.
- Loddenkemper R. 2004. *Zur Geschichte und Zukunft der Thorakoskopie* New York: Georg Thieme Verlag Stuttgart
- Longo F, Rocco R, Crucitti P, Gonzales-Rivas D, Rocco G. 2017. Non intubated VATS: where do we stand? . *Video-assisted thoracic surgery*, 16 (2).
- Lucciarini P, Augustin F, Maier HT, Zaraca F, Schmid T. 2018. Intraoperative complications during VATS lobectomies from conversion to minimally-invasive "trouble-shooting". *J Vis Surg*, 4:28.
- Malhotra J, Malvezzi M, Negri E, La Vecchia C, Boffetta P. 2016. Risk factors for lung cancer worldwide. *Eur Respir J*, 48 (3):889-902.
- Matthys PDH, Seeger PDMW. 2008. *klinische Pneumologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Mehrotra M, Arthur ME. 2018. *Video-Assisted Thoracoscopy (VATS)*. StatPearls. Treasure Island (FL).
- Mei J, Ma L, Pu Q, Liu C, Liu L. 2018. Video-assisted thoracic surgery double sleeve bilobectomy of right upper and middle lobes. *J Thorac Dis*, 10 (8):5120-5122.
- Migliore M. 2018. Uniportal, single incision VATS for the skeptics. *J Vis Surg*, 4:97.
- Migliore M, Palazzolo M, Pennisi M, Nardini M, Borrata F. 2018. Extended uniportal bilateral sympathectomy. *J Vis Surg*, 4:27.
- Miller DL, Roy S, Kassis ES, Yadalam S, Ramisetti S, Johnston SS. 2018. Impact of Powered and Tissue-Specific Endoscopic Stapling Technology on Clinical and Economic Outcomes of Video-Assisted Thoracic Surgery Lobectomy Procedures: A Retrospective, Observational Study. *Adv Ther*, 35 (5):707-723.
- Mineo TC, Sellitri F, Fabbi E, Ambrogi V. 2017. Uniportal non-intubated lung metastasectomy. *J Vis Surg*, 3:118.
- Mu JW, Gao SG, Xue Q, Zhao J, Li N, Yang K, Su K, Yuan ZY, He J. 2015. A Matched Comparison Study of Uniportal Versus Triportal Thoracoscopic Lobectomy and Sublobectomy for Early-stage Nonsmall Cell Lung Cancer. *Chin Med J (Engl)*, 128 (20):2731-2735.
- Müller M. 2018. *Chirurgie für Studium und Praxis: Unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloge und der mündlichen Examina in den Ärztlichen Prüfungen*. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste.



- Nachira D, Ismail M, Meacci E, Zanfrini E, Iaffaldano A, Swierzy M, Englisch J, Faber S, Ossami Saidy RR, Vita ML, Porziella V, Rueckert JC, Margaritora S. 2018. Uniportal vs. triportal video-assisted thoracic surgery in the treatment of primary pneumothorax-a propensity matched bicentric study. *J Thorac Dis*, 10 (Suppl 31):S3712-S3719.
- Nagahiro I, Andou A, Aoe M, Sano Y, Date H, Shimizu N. 2001. Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: a comparison of VATS and conventional procedure. *Ann Thorac Surg*, 72 (2):362-365.
- Nakhosteen JA, Khanavkar B, Darwiche K, Scherff A, Hecker E, Ewig S. 2009. *Atlas und Lehrbuch der Thorakalen Endoskopie - Bronchoskopie, Thorakoskopie*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Neff A. 2015. *Entwicklung der Endoskopie* Springer Fachmedien.
- Nwogu CE, D'Cunha J, Pang H, Gu L, Wang X, Richards WG, Veit LJ, Demmy TL, Sugarbaker DJ, Kohman LJ, Swanson SJ. 2015. VATS Lobectomy Has Better Perioperative Outcomes Than Open Lobectomy: CALGB 31001, an Ancillary Analysis of CALGB 140202 (Alliance). *The Annals of Thoracic surgery*, 99 (2):399-405.
- Ocakcioglu I, Alpay L, Demir M, Kiral H, Akyil M, Dogruyol T, Tezel C, Baysungur V, Yalcinkaya I. 2016. Is single port enough in minimally surgery for pneumothorax? *Surg Endosc*, 30 (1):59-64.
- Qiang G, Liang C, Guo Y, Shi B, Tian Y, Song Z, Liu D. 2015. Video-assisted thoracoscopic lobectomy for elderly nonsmall cell lung cancer: Short-term and long-term outcomes. *J Cancer Res Ther*, 11 (4):793-797.
- Qin SL, Huang JB, Yang YL, Xian L. 2015. Uniportal versus three-port video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax: a meta-analysis. *J Thorac Dis*, 7 (12):2274-2287.
- Rendina EA, Venuta F, De Giacomo T, Ciriaco PP, Pescarmona EO, Francioni F, Pulsoni A, Malagnino F, Ricci C. 1994. Comparative merits of thoracoscopy, mediastinoscopy, and mediastinotomy for mediastinal biopsy. *Ann Thorac Surg*, 57 (4):992-995.
- Rocco G. 2009. Single-Port Video-Assisted Thoracic Surgery (Uniportal) in the Routine General Thoracic Surgical Practice. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 14 (4):326-335.
- Rocco G, Martin-Ucar A, Passera E. 2004. Uniportal VATS wedge pulmonary resections. *Ann Thorac Surg*, 77 (2):726-728.
- Rocco G, Brunelli A, Jutley R, Salati M, Scognamiglio F, La Manna C, La Rocca A, Martucci N. 2006. Uniportal VATS for mediastinal nodal diagnosis and staging. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 5 (4):430-432.
- Roviaro G, Varoli F, Rebuffat C, Vergani C, D'Hoore A, Scalambra SM, Maciocco M, Grignani F. 1993. Major pulmonary resections: pneumonectomies and lobectomies. *Ann Thorac Surg*, 56 (3):779-783.
- Salati M, Rocco G. 2014. The uni-portal video-assisted thoracic surgery: achievements and potentials. *J Thorac Dis*, 6 (Suppl 6):S618-622.
- Salati M, Brunelli A, Xiume F, Refai M, Sciarra V, Soccetti A, Sabbatini A. 2008. Uniportal video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax: clinical and economic analysis in comparison to the traditional approach. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 7 (1):63-66.
- Scherer MW, H-O, Lühmann D, Muche-Borowski C, Schäfer I, Dubben H-H, Hansen H, Thiesemann RD, von Renteln-Kruse WD, Hofmann WD, Fessler J, van den Bussche H. 2017. Multimorbidität-S3-Leitlinie AWMFonline- Das Portal der wissenschaftlichen Medizin: Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM), Berlin.
- Schmidt RF, F L, Heckmann M. 2010. *Physiologie des Menschen*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

- Schwartz AG, Cote ML. 2016. Epidemiology of Lung Cancer. *Adv Exp Med Biol*, 893:21-41.
- Scott WJ, Allen MS, Darling G, Meyers B, Decker PA, Putnam JB, McKenna RW, Landrenau RJ, Jones DR, Inculet RI, Malthaner RA. 2010. Video-assisted thoracic surgery versus open lobectomy for lung cancer: a secondary analysis of data from the American College of Surgeons Oncology Group Z0030 randomized clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 139 (4):976-981; discussion 981-973.
- Serke M, Stanzel F, Westhoff M. 2013. [Gender-specific difference in lung cancer]. *Pneumologie*, 67 (5):270-279.
- Sihoe AD. 2014. The evolution of minimally invasive thoracic surgery: implications for the practice of uniportal thoracoscopic surgery. *J Thorac Dis*, 6 (Suppl 6):S604-617.
- Sihoe AD. 2016a. Reasons not to perform uniportal VATS lobectomy. *J Thorac Dis*, 8 (Suppl 3):S333-343.
- Sihoe AD. 2016b. Uniportal video-assisted thoracic (VATS) lobectomy. *Ann Cardiothorac Surg*, 5 (2):133-144.
- Sihoe ADL. 2019. Uniportal Lung Cancer Surgery: State of the Evidence. *Ann Thorac Surg*, 107 (3):962-972.
- Silva Sobrinho SLd, Fiorelli RKA, Morard MRS. 2017. Evaluation of the quality of life of patients with primary hyperhidrosis submitted to videothoracoscopic sympathectomy. *Rev Col Bras Cir*, 44 (4):323-327.
- Smith DE, Dietrich A, Nicolas M, Da Lozzo A, Beveraggi E. 2015. Conversion during thoracoscopic lobectomy: related factors and learning curve impact. *Updates Surg*, 67 (4):427-432.
- Song CY, Sakai T, Kimura D, Tsushima T, Fukuda I. 2018. Comparison of perioperative and oncological outcomes between video-assisted segmentectomy and lobectomy for patients with clinical stage IA non-small cell lung cancer: a propensity score matching study. *J Thorac Dis*, 10 (8):4891-4901.
- Subotic D, Lardinois D, Hojski A. 2018. Minimally invasive thoracic surgery for empyema. *Breathe (Sheff)*, 14 (4):302-310.
- Swierzy M, Faber S, Nachira D, Gunsberg A, Ruckert JC, Ismail M. 2018. Uniportal video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of thoracic emergencies. *J Thorac Dis*, 10 (Suppl 31):S3720-S3725.
- Tamura M, Shimizu Y, Hashizume Y. 2013. Pain following thoracoscopic surgery: retrospective analysis between single-incision and three-port video-assisted thoracoscopic surgery. *J Cardiothorac Surg*, 8:153.
- Vannucci F, Araujo JA. 2017. Thoracic sympathectomy for hyperhidrosis: from surgical indications to clinical results. *J Thorac Dis*, 9 (Suppl 3):S178-S192.
- Wang G, Xiong R, Wu H, Xu G, Li C, Sun X, Xu S, Xu M, Xie M. 2018. [Short-term Outcome of Uniportal and Three Portal Video-assisted Thoracic Surgery for Patients with Non-small Cell Lung Cancer]. *Zhongguo Fei Ai Za Zhi*, 21 (12):896-901.
- Yang X, Li M, Yang X, Zhao M, Huang Y, Dai X, Jiang T, Feng M, Zhan C, Wang Q. 2018. Uniport versus multiport video-assisted thoracoscopic surgery in the perioperative treatment of patients with T1-3N0M0 non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis*, 10 (4):2186-2195.
- Young R, McElnay P, Leslie R, West D. 2015. Is uniport thoracoscopic surgery less painful than multiple port approaches? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 20 (3):409-414.

- Zhang Y, Wang Y, Lv C, Shu X, Wang J, Yang Q. 2018. Clinical analysis of 56 cases of simultaneous bilateral video-assisted thoracoscopic surgery for bilateral synchronous multiple primary lung adenocarcinoma. *J Thorac Dis*, 10 (12):6452-6457.
- Zhu Y, Liang M, Wu W, Zheng J, Zheng W, Guo Z, Zheng B, Xu G, Chen C. 2015. Preliminary results of single-port versus triple-port complete thoracoscopic lobectomy for non-small cell lung cancer. *Ann Transl Med*, 3 (7):92.

## 10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung der endoskopischen Methodik (eigene Abbildung) .....	4
Abb. 2: Portlokalisation bei uniportaler Operationsweise(Gonzalez-Rivas et al. 2013b).....	7
Abb. 3: Torsionswinkel alpha bei triportalem Zugang (Bertolaccini et al. 2013).....	9
Abb. 4: Arbeitsebenen bei uniportaler VATS (Bertolaccini et al. 2013) .....	9
Abb. 5: A: Impingement an Gefäß- und Lymphstrukturen, B: alternatives Instrumenthandling (Sihoe 2014).....	10
Abb. 6: Krebsneuerkrankungen in Deutschland 2014 (Robert-Koch-Institut).....	16
Abb. 7: Präoperative CT-Aufnahme mit Darstellung pleuraler Läsionen rechtsseitig (eigene Abbildung) .....	28
Abb. 8: Doppellumentubus mit Blockade (Klein 2009) .....	30
Abb. 9: Markierung der Landmarken vor uniportaler Operation (eigene Abbildung) .....	31
Abb. 10: Positionierung der Zugangsinzision am Oberrand der (Rocco 2009) .....	32
Abb. 11: single port mit insertierten Instrumenten(Rocco 2009) .....	32
Abb. 12: Empfohlene Lagerung bei uniportaler VATS (Sihoe 2016b).....	32
Abb. 13: Kamera über Trokar eingeführt, intraoperative Aufnahme (eigene Abbildung) .....	33
Abb. 14: Inzision mit Instrumenten und Kamera während uniportaler Thorakoskopie (eigene Abbildung) .....	34
Abb. 15: Nach single-port VATS angelegte Thoraxsaugdrainage, 24-Charr, posterior positioniert (eigene Abbildung).....	34
Abb. 16: Postoperativ regelhaftes Röntgenbild der Patientin R.S. ( eigene Abbildung).....	36
Abb. 17: Räumliche Aufstellung im Rahmen einer uniportalen VATS (Sihoe 2016b) .....	37
Abb. 18: Vorbereiteter OP-Tisch vor single-port-Eingriff (eigene Abbildung).....	38
Abb. 19: Echelon60-Stapler (eigene Abbildung) .....	39
Abb. 20: Altersverteilung im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung) .....	40
Abb. 21: Geschlechterverteilung (eigene Abbildung) .....	41
Abb. 22: Häufigkeit des Auftretens verschiedener Malignomstadien (eigene Abbildung) .....	42
Abb. 23: OP-Seite (eigene Abbildung).....	43
Abb. 24: Übersicht über die durchgeführten Operationen (eigene Abbildung).....	44
Abb. 25: Schnitt-Naht-Zeiten für verschiedene Eingriffe (eigene Abbildung).....	47
Abb. 26: Diagnosenverteilung im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung) .....	48
Abb. 27: Verwendungshäufigkeiten der verschiedenen Stapler (eigene Abbildung).....	49
Abb. 28: Durchschnittlich benötigte Nachladeeinheiten (eigene Abbildung).....	50
Abb. 29: Extubationsort (eigene Abbildung).....	51
Abb. 30: ITS-Verweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung).....	53
Abb. 31: IMC-Verweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung).....	54
Abb. 32: Krankenhausverweildauer im Gesamtkollektiv (eigene Abbildung).....	55

Abb. 33: Verteilung onkologischer und nicht onkologischer Diagnosen vor histologischer Sicherung (eigene Abbildung) .....	56
Abb. 34: OP-Häufigkeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Behandlungskollektiv (eigene Abbildung) .....	57
Abb. 35: Geschlechterverteilung im onkologischen und nicht-onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung) .....	57
Abb. 36: Altersverteilung im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung) .....	58
Abb. 37: Anzahl der Begleiterkrankungen im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung) .....	59
Abb. 38: Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung) .....	60
Abb. 39: Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Patientenkollektiv (eigene Abbildung) .....	61
Abb. 40: Schnitt-Naht-Zeiten (=SNZ) in Abhängigkeit des Tumorstadiums (eigene Abbildung) .....	63
Abb. 41: Geschlechterverteilung der EMS-Operierten (eigene Abbildung) .....	65
Abb. 42: Altersverteilung der EMS-Operierten (eigene Abbildung) .....	66
Abb. 43: Anzahl der Begleiterkrankungen in den Kollektiven der EMS-Operierten (eigene Abbildung) .....	67
Abb. 44: Schnitt-Naht-Zeiten der EMS-Operierten im Vergleich (eigene Abbildung) .....	68

### 10.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ätiologien des Pneumothorax (Müller 2018).....	12
Tab. 2: Klassifizierung von Pleuraergüssen .....	13
Tab. 3: Stadieneinteilung des Pleuraempyems (Müller 2018).....	14
Tab. 4: Altersverteilung in Abhängigkeit des Geschlechts (eigene Darstellung).....	41
Tab. 5: Schnitt-Naht-Zeiten der Operationen im Vergleich .....	46
Tab. 6: Signifikant unterschiedliche Schnitt-Naht-Zeiten im Vergleich.....	47
Tab. 7 Benötigte Nachladeeinheiten .....	50
Tab. 8 Aufgetretene Komplikationen .....	52
Tab. 9: Altersverteilung im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv .....	59
Tab. 10: Begleiterkrankungen im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv.....	60
Tab. 11: Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen und nicht-onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung) .....	61
Tab. 12 Schnitt-Naht-Zeiten der onkologischen und nicht onkologischen Operationen (eigene Darstellung) .....	62
Tab. 13: Schnitt-Naht-Zeiten im onkologischen Kollektiv in Abhängigkeit des Tumorstadiums .....	63
Tab. 14 ITS-Verweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung) .....	64
Tab. 15: IMC-Verweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung) .....	64
Tab. 16: Gesamtverweildauer im onkologischen und nicht onkologischen Kollektiv (eigene Darstellung) .....	64
Tab. 17: Altersverteilung im EMS-Kollektiv.....	66
Tab. 18: Begleiterkrankungen im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung) .....	67
Tab. 19 Schnitt-Nahtzeiten im EMS-Kollektiv.....	68
Tab. 20: ITS-Verweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung) .....	69
Tab. 21 IMC-Verweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung) .....	69
Tab. 22: Gesamtverweildauer im EMS-Kollektiv (eigene Darstellung).....	70
Tab. 23: Übersicht über die adjustierten Bestimmtheitsmaße für das EMS-Kollektiv.....	70

## 10.4 Danksagung

Ohne die Hilfe, die ich vielerorts erfahren habe, wäre die Fertigstellung der Arbeit niemals möglich gewesen. An dieser Stelle möchte ich mich deshalb bedanken:

Allen voran gilt mein Dank meinem Betreuer PD Dr. med. Matthias Steinert für die Überlassung des Themas, seine Geduld mit mir, ebenso wie für seinen kompetenten fachlichen Rat und seine Unterstützung, die weit über die Arbeit selbst hinausreichte. Zudem habe ich im Team der Herz- und Thoraxchirurgie viel Hilfestellung erfahren, unabhängig davon, ob ich mit organisatorischen oder fachlichen Fragen herangetreten bin. Dafür, und für die wertvolle Erfahrung, die ich während meines Praktikums sammeln konnte, bin ich äußerst dankbar.

Herrn Dr. Thomas Lehmann vom Institut für Statistik in Jena möchte ich ebenfalls meinen Dank aussprechen. Seine Fähigkeiten, mir abstrakte Zusammenhänge begreiflich zu machen, haben wesentlich zu meinem Verständnis beigetragen.

Frau Marion Franke stand für mich stets als Ansprechpartnerin zur Verfügung und half mir im Umgang mit SAP.

Meiner Familie möchte ich dafür danken, dass sie stets meine wichtigste emotionale Unterstützung auf dem Weg zur Abgabe der Arbeit geblieben ist, und in den letzten Zügen der Fertigstellung bei Formatierung und Rechtschreibkorrektur mithalf.

Die Unterstützung aus meinem Freundeskreis, an den ich mich stets mit Fragen und Sorgen wenden konnte, halte ich nicht für selbstverständlich, so dass ich mich auch an dieser Stelle zu großem Dank verpflichtet sehe.

## 10.5 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich Schiller-Universität bekannt ist, ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind, mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: PD Dr. med Matthias Steinert und Dr. Thomas Lehmann,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.